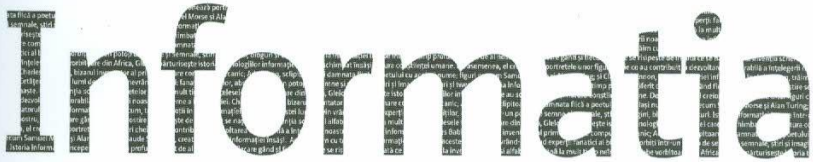


James Gleick

PUBLICA

The original title of this book is:
The Information: A History, A Theory, A Flood,
by James Gleick

Copyright © 2011 by James Gleick.

All rights reservEditura Published in the United States by Pantheon Books, a division of Random House, *Inc.*, New York şi in Canada by Random House of Canada Limited, Toronto

© Publica, 2012, pentru ediţia în limba română

ISBN 978-973-1931-91-3

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
GLEICK, JAMES
Informaţia : o istorie, o teorie, o revărsare / James Gleick ;
trad.: Dan Crăciun. - Bucureşti : Publica, 2012

ISBN 978-973-1931-91-3

I. Crăciun, Dan (trad.)

5

EDITORI:
Cătălin Muraru
Silviu Dragomir

REDACTOR:
Doru Someşan

DTP:
Florin Teodoru

DIRECTOR EXECUTIV:
Bogdan Ungureanu

DESIGN:
Alexe Popescu

CORECTURĂ:
George Chiriţă
Silvia Dumitrache

PENTRU CYNTHIA

Oricum, acele bilete, cele vechi, nu-ți spuneau unde *mergeai*, încă și mai puțin de unde veneai. Nu-și amintea să fi văzut niciun fel de date pe ele și, cu siguranță, nu era nicio mențiune privind ora. Totul era diferit acum, firește. Toate aceste informații. Archie s-a minunat de ce era așa.

– Zadie Smith

Ceea ce numim trecut este construit din biți.

– John Archibald Wheeler

Cuprins

Prolog 3

1. Tobe care vorbesc 25

2. Statornicia cuvântului 45

3. Două dicţionare 75

4. A răspândi puterile gândului într-o maşinărie 109

5. Un sistem nervos pentru pământ 167

6. Fire noi, logică nouă 219

7. Teoria informaţiei 263

8. Cotitura informatică 299

9. Entropia şi demonii săi 343

10. Codul propriu al vieţii 365

11. În bazinul memelor 393

12. Sensul accidentalităţii 411

13. Informaţia este fizică 451

14. După potop 475

15. Ştiri proaspete în fiecare zi 509

Epilog 527

Mulţumiri 545

Note 547

Bibliografie 611

Prolog

Problema fundamentală a comunicării este aceea de a reproduce într-un punct fie cu exactitate, fie cu aproximație un mesaj selectat într-un alt punct. Frecvent mesajul are sens.

– Claude Shannon (1948)

După 1948, care a fost anul crucial, lumea a crezut că poate să priceapă scopul clar care a inspirat opera lui Claude Shannon, dar era o imagine retrospectivă. El l-a văzut într-un mod diferit: *Mintea mea hoinărește fără țintă și gândesc diferite lucruri zi și noapte. Ca un scriitor de science-fiction, mă gândesc, „Ce-ar fi dacă ar fi așa?"*.[1]

După cum s-au petrecut lucrurile, în 1948, Bell Telephone Laboratories au anunțat invenția unui semiconductor electronic minuscul, „un dispozitiv uimitor de simplu", care putea realiza, mai eficient, tot ceea ce putea să facă un tub cu vid. Era o așchie cristalină, atât de mică încât într-o palmă ar fi încăput o sută. În luna mai, savanții au format un comitet care să-i dea un nume, iar comitetul a transmis inginerilor-șefi din Murray Hill, New Jersey, biletele cu câteva opțiuni: *triodă semiconductoare . . .iotatron . . .tranzistor* (un hibrid de *varistor* și *transconductanță*). *Tranzistor* a ieșit victorios. „Poate avea semnificație cu bătaie lungă în electronică și în comunicația electrică", au declarat cei de la Bell Labs într-un comunicat de presă și, măcar de această dată, realitatea a depășit exagerarea publicitară. Tranzistorul a declanșat revoluția în electronică, orientând teh-

nologia pe calea miniaturizării şi a ubicuităţii şi, în scurt timp, le-a adus celor trei inventatori principali premiul Nobel. Pentru laborator, era bijuteria coroanei. Însă a ocupat doar locul secund printre cele mai semnificative progrese din acel an. Tranzistorul nu era decât hardware.

O invenţie mai profundă şi fundamentală a apărut într-o monografie, întinsă pe şaptezeci şi nouă de pagini, din *The Bell System Technical Journal*, din iulie şi octombrie. Nimeni nu s-a deranjat să dea un comunicat de presă. Purta un titlu deopotrivă simplu şi grandios – „O teorie matematică a comunicării" –, iar mesajul era greu de rezumat. Dar era un punct de sprijin în jurul căruia lumea a început să se învârtească. La fel ca şi tranzistorul, acest progres implica, de asemenea, un neologism: cuvântul *bit*, ales, în acest caz, nu de către un comitet, ci de către singuraticul autor, un bărbat de treizeci şi doi de ani, pe nume Claude Shannon.[2] Bitul stătea alături de inch, livră, litru şi minut ca o cantitate determinată – o unitate de măsură fundamentală.

Măsură a ce? „O unitate de măsură a informaţiei", a scris Shannon, ca şi cum ar fi existat un astfel de lucru, măsurabil şi cuantificabil, precum informaţia.

Formal, Shannon făcea parte din grupul de cercetări matematice din cadrul Bell Labs, dar, în cea mai mare parte, lucra de unul singur. Când grupul a părăsit sediul central din New York pentru a se muta într-un local strălucitor în suburbiile din New Jersey, el a rămas pe loc, hălăduind într-un colţişor liniştit din clădirea veche, o măgăoaie de douăsprezece etaje din cărămidă roşie de pe West Street, spatele clădirii dând spre Hudson River, iar faţada fiind întoarsă către marginea cartierului Greenwich Village. Nu-i plăcea să facă naveta şi agrea centrul oraşului, unde putea să asculte clarinetişti de jazz în cluburi de noapte. Flirta timid cu o tânără ce lucra în grupul

de cercetări asupra microundelor de la Bell Labs, ce-şi avea sediul în cele două etaje ale fostei fabrici Nabisco, de peste drum.[3] Lumea îl considera un tânăr isteţ. Proaspăt absolvent al MIT, se adâncise în activitatea cu destinaţie militară a laboratorului, realizând mai întâi un dispozitiv de control automat al focului pentru tunuri antiaeriene, concentrându-se apoi asupra fundamentelor teoretice ale comunicării secrete – criptografia – şi punând la punct un test matematic de securitate pentru aşa-numitul Sistem X, linia telefonică de urgenţă dintre Winston Churchill şi preşedintele Roosevelt. Astfel că, acum, managerii săi erau dispuşi să-l lase în pace, chiar dacă nu înţelegeau exact la ce anume lucra.

La jumătatea secolului, AT&T nu pretindea rezultate imediate din partea departamentului de cercetare. Permitea ocoluri prin matematică şi astrofizică, fără niciun evident scop comercial. Oricum, foarte mult din ştiinţa modernă contribuia direct sau indirect la atingerea ţelurilor companiei, care era vastă, monopolistă şi aproape atotcuprinzătoare. Şi totuşi, cât de mare ar fi fost, obiectul principal de activitate al companiei de telefonie nu se afla în centrul atenţiei. În 1948, peste 125 de milioane de convorbiri treceau zilnic prin cele 138 de milioane de mile de cabluri şi prin cele 31 de milioane de aparate telefonice ale Bell System. Biroul de recensământ încadra aceste date în rubrica intitulată „Comunicaţiile în Statele Unite", însă ele erau nişte măsuri grosiere ale comunicării. Biroul menţiona, de asemenea, câteva mii de staţii de emisie radio şi câteva zeci de posturi TV, laolaltă cu ziare, cărţi, broşuri şi expediţii poştale.[4] Poşta ţinea evidenţa scrisorilor şi a coletelor, însă se măsura, exact, ceea ce transporta Bell System, în ce unităţi de măsură? Nu în *convorbiri*, desigur; nici în *cuvinte*, nici, în mod cert, în *caractere grafice*. Poate că nu era decât electricitate. Inginerii companiei erau specializaţi în inginerie electrică.

Oricine înțelegea că electricitatea servea drept surogat al sunetului, sunetul vocii umane, vibrații de aer ce intrau în microfonul telefonului și erau convertite în unde electrice. Această conversiune era esența progresului telefonului față de telegraf – tehnologia precedentă, ce părea deja atât de bizară. Telegrafia se întemeia pe un gen diferit de conversiune: un cod de puncte și linii, ce nu se baza câtuși de puțin pe sunete, ci pe alfabetul scris, care era, în fond, la rândul său un cod. Într-adevăr, privind chestiunea mai îndeaproape, se putea observa un lanț de abstractizări și conversiuni: punctele și liniile reprezentând literele alfabetului; literele reprezentând sunete, combinarea lor formând cuvinte; cuvintele reprezentând un substrat ultim de semnificație, cel mai bine, poate, de lăsat în seama filosofilor.

Bell System nu avea nimic din toate acestea, însă compania angajase primul ei matematician în 1897: George Campbell, un ins din Minnesota, care studiase la Göttingen și la Viena. El s-a confruntat imediat cu o problemă paralizantă a transmisiei telefonice timpurii. Semnalele erau alterate pe măsură ce treceau de-a lungul circuitelor: cu cât mai mare distanța, cu atât mai severă distorsiunea. Soluția lui Campbell a fost în parte matematică și în parte inginerie electrică.[5] Angajatorii lui s-au obișnuit să nu-și bată capul cu această distincție. Shannon însuși, pe când era student, nu s-a putut decide niciodată pe deplin dacă ar trebui să devină inginer sau matematician. Pentru Bell Labs, a fost, vrând-nevrând, și una și alta, priceput la circuite și relee, însă era cel mai fericit într-un domeniu de abstracție simbolică. Majoritatea inginerilor de comunicații și-au concentrat expertiza asupra problemelor fizice, amplificare și modulare, distorsiune de fază și degradarea raportului semnal-zgomot. Lui Shannon îi plăceau jocurile și ghicitorile. Îl fermecau codurile secrete, de pe vremea când, copil fiind, îl citea pe Edgar Allan Poe. Aduna firicele de ață ca o coțofană.

În primul an ca cercetător asistent la MIT, a lucrat la un proto-computer de o sută de tone, analizatorul diferențial al lui Vannevar Bush, care putea să rezolve ecuații cu ajutorul unor imense angrenaje, axe și roți dințate. La douăzeci și doi de ani, a scris o disertație care aplica o idee din secolul al XIX-lea, algebra logică a lui George Boole, în proiectarea circuitelor electrice. (Logica și electricitatea – o stranie combinație.) Mai târziu, a lucrat cu matematicianul și logicianul Hermann Weyl, care l-a învățat ce este o teorie: „Teoriile permit conștiinței să «sară peste propria ei umbră», să lase în urmă datul, să reprezinte transcendentul dar, după cum este de la sine evident, numai în simboluri".[6]

În 1943, matematicianul și spărgătorul de coduri englez Alan Turing a vizitat Bell Labs într-o misiune criptografică și s-a întânit de câteva ori cu Shannon la masa de prânz, când au făcut schimb de speculații privind viitorul mașinilor de gândire artificială. („Shannon vrea să introducă într-un Creier nu numai *date*, ci elemente culturale!", a exclamat Turing. „Vrea să cânte și muzică la el!"[7]) Shannon s-a intersectat și cu Norbert Wiener, care îi fusese profesor la MIT și care, în 1948, a propus o nouă disciplină, numită „cibernetică", studiul comunicației și al controlului. Între timp, Shannon a început să acorde o atenție specială semnalelor de televiziune, dintr-un punct de vedere deosebit: întrebându-se dacă nu cumva conținutul lor ar putea fi compactat sau comprimat, pentru a permite o transmisie mai rapidă. Logica și circuitele s-au încrucișat pentru a crea un lucru nou, hibrid: la fel s-a întâmplat cu codurile și cu genele. În felul lui solitar, căutând un cadru în care să se conecteze numeroasele sale fire, Shannon a început să contureze o teorie a informației.

Materia primă se afla peste tot, sclipind și bâzâind în peisajul începutului de secol XX, scrisori și mesaje, sunete și imagini,

ştiri şi instrucţiuni, cifre şi fapte, semnale şi semne: o amestecătură de specii înrudite. Erau în mişcare, prin poştă, pe fir sau pe unde electromagnetice. Dar niciun cuvânt nu denumea tot acest material. „Din când în când", îi scria Shannon lui Vannevar Bush de la MIT, în 1939, „am lucrat la o analiză a unora dintre proprietăţile fundamentale ale sistemelor generale de transmisie a inteligenţei".[8] *Intelligence**: acesta era un termen flexibil, foarte vechi. „Acum folosit ca un cuvânt elegant", scria Sir Thomas Elyot în secolul al XVI-lea, „acolo unde există tratate sau schimburi reciproce, fie prin scrisori, fie prin mesaje".[9] A căpătat, totuşi, şi alte înţelesuri. Câţiva ingineri, îndeosebi aceia din laboratoarele de telefonie, au început să vorbească despre *informaţie*. Ei foloseau cuvântul astfel încât să sugereze ceva tehnic: cantitate de informaţie sau măsură a informaţiei. Shannon a adoptat această întrebuinţare a termenului.

În scopuri ştiinţifice, *informaţia* trebuia să însemne ceva aparte. Trei secole mai devreme, noua disciplină a fizicii nu s-a putut dezvolta până când Isaac Newton nu şi-a însuşit nişte cuvinte vechi şi confuze – *forţă*, *masă*, *mişcare* şi chiar *timp* – şi le-a atribuit semnificaţii noi. Newton a făcut din aceşti termeni, cantităţi potrivite pentru a fi folosite în formule matematice. Până atunci, *mişcarea* (de exemplu) fusese un termen la fel de maleabil şi de cuprinzător ca şi *informaţia*. Pentru aristotelici, mişcarea acoperea o largă familie de fenomene: coacerea unei piersici, căderea unei pietre, creşterea unui copil, descompunerea unui trup. Era prea bogat. Trebuia ca majoritatea formelor de mişcare să fie date la o parte până când legile lui Newton

* *Intelligence*, utilizat în context cu sensul particular de informaţie, ştire, veste – aşa cum, în limba engleză, activitatea Serviciilor Secrete de Informaţii se numeşte „intelligence". Ulterior, este introdus termenul *information*, având acelaşi sens ca şi termenul românesc de informaţie (n.t.).

să poată fi aplicate și Revoluția Științifică să aibă succes. În secolul al XIX-lea, *energia* a început să sufere o transformare similară: filosofii naturaliști au adaptat un cuvânt cu înțelesul de vigoare sau intensitate. L-au matematizat, dând energiei locul său fundamental în viziunea fizicienilor asupra naturii.

La fel și cu informația. A fost necesar un rit de purificare.

Și apoi, când a fost simplificată, distilată, măsurată în biți, s-a văzut că informația se găsea pretutindeni. Teoria lui Shannon a aruncat o punte între informație și incertitudine; între informație și entropie; și între informație și haos. Ea a condus la compact-discuri și faxuri, computere și ciberspațiu, legea lui Moore și toate Aleile Silicon din lume.* Procesarea informației se născuse odată cu stocarea și selecția informației. Lumea a început să vorbească despre o succesoare a Epocii Fierului și a Epocii Aburului. „Omul culegător de hrană reapare transformat în culegător de informații"[10], remarca Marshall McLuhan în 1967.** El a scris cele de mai sus cu o clipă prea devreme, la primul răsărit al calculului automat și al ciberspațiului.

Vedem acum că informația este ceea ce pune lumea noastră în mișcare: sângele și combustibilul, principiul vital. Ea abundă în științe, de sus până jos, transformând fiecare ramură a cunoașterii. Teoria informației a început ca o punte dinspre matematică spre ingineria electrică și de la aceasta către calculul automat. Ceea ce vorbitorii de limbă engleză numesc „computer science" le este cunoscut europenilor drept *informatique*,

---

* Joc de cuvinte greu traductibil: Gleick scrie „all the world's Silicon Alleys", cu adresă evidentă la celebrul *Silicon Valley* din California, o zonă în care s-au concentrat foarte multe mici, dar extrem de creative companii de IT, cu rol adesea revoluționar în dezvoltarea informaticii (n.t.).

** Și adăuga sec: „În acest rol, omul electronic nu e mai puțin nomad decât strămoșii săi din Paleolitic" (n.a.).

informatica și *Informatik*. Acum chiar și biologia a devenit o știință a informației, o chestiune de mesaje, instrucțiuni și coduri. Genele încapsulează informație și fac posibile procedee de copiere și de ștergere a ei. Viața se răspândește prin conectare de rețele. Corpul însuși este un procesator de informație. Memoria rezidă nu numai în creieri*, ci în fiecare celulă. Nu-i de mirare că genetica a înflorit odată cu teoria informației. ADN-ul este molecula de informații chintesențiale, cel mai avansat procesor de mesaje la nivel celular – un alfabet și un cod, 6 miliarde de biți pentru formarea unei ființe umane. „Ceea ce se află în inima fiecărei viețuitoare nu este un foc, nici o suflare caldă, nu o «scânteie de viață»", declară teoreticianul evoluționist Richard Dawkins. „Este informație, sunt cuvinte, instrucțiuni.... Dacă doriți să înțelegeți viața, nu vă gândiți la unsori și la mâluri vibrante, palpitânde, gândiți-vă la tehnologia informației."[11] Celulele unui organism sunt noduri într-o bogat întrețesută rețea de comunicații, care transmit și recepționează, codifică și decodifică. Evoluția însăși întruchipează un schimb constant de informații între organism și mediu.

„Ciclul informației devine unitatea de viață", spune Werner Loewenstein după treizeci de ani dedicați studiului comunicării intercelulare. El ne reamintește că *informația* înseamnă acum ceva mai profund: „Ea indică un principiu cosmic de organizare și ordine și ne furnizează o măsură exactă a sa".[12]

---

* Pluralul substantivului *creier* creează oarecare derută. Conform DEX și DOOM, avem două forme corecte: 1. ca substantiv de gen masculin, cu semnificația de organ corporal, parte a sistemului nervos, „creier" are pluralul „creieri"; ca substantiv de gen neutru, referindu-se la persoane inteligente, conducători, elite culturale sau calculatoare electronice, „creier" are pluralul „creiere". În acest sens vorbim despre „exodul creierelor", „creierele națiunii" sau „creiere electronice". Se pare că pluralul „creieri" este mai arhaic; dovadă firescul unor expresii precum „în creierii munților" sau „și-a zburat creierii". Pe parcursul acestei traduceri vom utiliza, în funcție de context, ambele forme de plural (n.t.).

Gena are, şi ea, analogul său cultural: mema. În evoluţia culturală, o memă este un replicator şi un propagator – o idee, o modă, un lanţ de scrisori* sau o teorie a conspiraţiei. Într-o zi nefastă, o memă este un virus.

Economia se recunoaşte a fi o ştiinţă a informaţiei, acum că banii închid un arc progresiv de la materie către biţi, stocaţi în memoria computerului şi în benzi magnetice, finanţele mondiale curgând prin sistemul nervos global. Chiar şi atunci când banii păreau a fi o comoară materială, atârnând greu în buzunare, în pântecele corăbiilor sau în seifurile băncilor, ei au fost întotdeauna informaţie. Monede şi bancnote, şekeli şi cochilii de melci, toate au fost numai nişte tehnologii de scurtă durată pentru a păstra informaţii despre cine ce posedă.

Şi atomii? Materia posedă propriul ei sistem monetar, iar ştiinţa cea mai tare dintre toate, fizica, părea să fi ajuns la maturitate. Dar fizica, de asemenea, este asaltată din flanc de un nou model intelectual. În anii de după cel de-al Doilea Război Mondial, apogeul fizicienilor, marile noutăţi din ştiinţă s-au dovedit a fi diviziunea atomului şi controlul energiei nucleare. Teoreticienii şi-au concentrat prestigiul şi resursele în căutarea particulelor fundamentale şi a legilor ce guvernează interacţiunea lor, construcţia de acceleratoare gigantice şi descoperirea quarcilor şi gluonilor.** Faţă de această întreprindere exaltată, treaba cercetării în domeniul comunicaţiilor nu putea să pară mai îndepărtată. La Bell Labs, Claude Shannon

---

* În original: *chain letter* – o scrisoare trimisă în multe exemplare, cu speranţa că destinatarii o vor expedia, la rândul lor, altora ş.a.m.d. În ceea ce priveşte originea şi sensul termenului „memă", inventat de către biologul evoluţionist de la Oxford, Richard Dawkins, cititorul va găsi precizări detaliate în Capitolul 11 – „În bazinul memelor" (n.t.).

** Quarci – particule elementare ce intră în compoziţia protonilor şi a neutronilor, componentele nucleului atomic; gluoni – particule elementare ce se schimbă între quarci, analog cu schimbul de fotoni în cazul forţei electromagnetice dintre două particule cu sarcină electrică (n.t.).

nu se gândea la fizică. Fizicienii particulelor nu aveau nevoie de biți.

Și apoi, dintr-odată, au avut. Din ce în ce mai mult, fizicienii și teoreticienii informației sunt tot una. Bitul este o particulă elementară de un gen diferit: nu doar minusculă, ci și abstractă – o cifră binară, un flip-flop, un da-sau-nu. Este nesubstanțială, și totuși, pe măsură ce savanții au ajuns, în cele din urmă, să înțeleagă informația, ei se întreabă dacă nu poate fi elementară: mai fundamentală decât materia însăși. Ei sugerează că bitul este nucleul ireductibil și că informația formează chiar miezul existenței. Făcând legătura între fizica secolului XX și cea din secolul al XXI-lea, John Archibald Wheeler, ultimul colaborator încă în viață al lui Einstein și Bohr, exprimă acest manifest în monosilabice oraculare: „It from Bit".* Informația dă naștere „oricărui ceva [it] – fiecărei particule, fiecărui câmp de forță, chiar și continuumului spațiu-timp însuși". Acesta este un alt mod de a sonda paradoxul observatorului: acela că rezultatul unui experiment este afectat sau chiar determinat atunci când este observat. Observatorul nu doar observă, ci pune întrebări și face afirmații care, în ultimă instanță, trebuie să fie exprimate în biți distincți. „Ceea ce numim realitate", scrie Wheeler fără sfială, „răsare în ultimă analiză din punerea întrebărilor da-nu". El adaugă: „Toate lucrurile fizice sunt, la origine, informațional-teoretice și acesta este un univers participatoriu".[13] Întregul univers este privit,

* Sensul este traductibil în românește – forma oraculară și rimată, nu; în limba română nu există un echivalent al pronumelui impersonal „it" din limba engleză (sau „es" din limba germană), subiectul obligatoriu în propozițiile care descriu fenomene, procese, evenimente ce se petrec independent de voința unei persoane: „*it* rains", „*it* snows", „*it* happens" – ceea ce noi spunem prin eludarea subiectului (permisă în limba română, dar nu și în limba engleză): „plouă", „ninge", „se întâmplă". Acel „se" impersonal este cel mai aproape de „it" și de sensul propoziției lui Wheeler: *ceva* care este sau are loc. Prin urmare, traducerea cea mai fidelă ar fi, cred, „ceva din bit", cu sensul mai precis de „orice provine din bit" (n.t.).

astfel, ca un computer – o maşină cosmică procesatoare de informaţii.

O cheie a enigmei este un tip de relaţie care nu-şi avea locul în fizica clasică: fenomenul cunoscut drept *entanglement.** Atunci când particulele sau sistemele cuantice sunt *entanglate*, proprietăţile lor rămân corelate la mari distanţe şi mari intervale de timp. La ani-lumină depărtare, ele împărtăşesc ceva ce este fizic şi, totuşi, nu numai fizic. Se nasc paradoxuri înspăimântătoare, nerezolvabile până când nu se înţelege cum codifică entanglementul informaţia, măsurată în biţi sau în contrapărţile lor cuantice, nostim numite qubiţi. Atunci când fotonii, electronii şi alte particule interacţionează, ce fac ele de fapt? Fac schimb de biţi, transmit stări cuantice, procesează informaţie. Legile fizicii sunt algoritmi. Fiecare stea arzătoare, fiecare nebuloasă tăcută, fiecare particulă ce-şi trasează traiectoria fantomatică într-o cameră de detecţie cu vapori este un procesator de informaţie. Universul îşi calculează propriul destin.

Cât de mult calculează? Cât de repede? Cât de mare este capacitatea sa informaţională totală, spaţiul său de memorie? Care este legătura dintre energie şi informaţie; care este costul

---

* Literal, termenul *entanglement* înseamnă „încurcătură complicată", „învălmăşeală". În fizica cuantică, termenul desemnează o corelaţie între stările şi proprietăţile măsurabile ale unor particule, indiferent cât de îndepărtate; e ca şi cum ar exista o comunicare misterioasă între particulele sau sistemele corelate, astfel încât o variaţie a parametrilor uneia dintre particule face predictibilă o variaţie inversă a parametrilor celeilalte – influenţa reciprocă fiind inexplicabilă (de unde şi ideea unei teorii a „parametrilor ascunşi", care ar determina astfel de fenomene). În literatura de specialitate de la noi s-au propus mai multe traduceri ale termenului *entanglement*: „încurcătură cuantică", „inseparabilitate cuantică", „corelare", „întrepătrundere cuantică", „cuplare", „legare" – dar nici unul nu are suficientă precizie pentru a desemna fără echivoc sau sugestii derutante fenomenul cuantic avut în vedere. Din acest motiv, tot mai mulţi fizicieni de la noi au adoptat termenul englezesc ca atare, utilizând şi derivate ale sale: „entanglare", particule „entanglate" etc (n.t.).

energetic al emiterii unui bit? Acestea sunt întrebări grele, dar nu sunt atât de mistice sau de metaforice pe cât sună. Fizicienii şi teoreticienii informaţiei cuantice, o nouă specie, se luptă împreună cu ele. Ei fac partea matematică şi propun răspunsuri ipotetice. („Numărul de biţi din cosmos, oricum ar fi el reprezentat, este zece ridicat la o putere foarte mare", după Wheeler.[14] Potrivit lui Seth Lloyd: „Nu mai mult de 10^{120} operaţii pe 10^{90} biţi".[15]) Ei scrutează din nou misterele entropiei termodinamice şi acele notorii înghiţitoare de informaţii, găurile negre. „Mâine", declară Wheeler, „vom fi învăţat să înţelegem şi să exprimăm *toate* elementele fizicii în limbajul informaţiei".[16]

Pe măsură ce rolul informaţiei creşte dincolo de orice aşteptări, ajunge să fie prea mult. „PMI" – prea multă informaţie, se spune în zilele noastre. Suntem obosiţi, anxioşi, suprasaturaţi de informaţii. L-am cunoscut pe Diavolul Informaţiei Supraabundente şi pe subalternii săi poznaşi, virusul informatic, semnalul ocupat, conexiunea moartă şi prezentarea în PowerPoint. Toate acestea, de asemenea, i se datorează, pe căi ocolite, lui Shannon. Totul s-a schimbat atât de rapid. John Robinson Pierce (inginerul de la Bell Labs care a născocit cuvântul *tranzistor*) cugeta după aceea: „Este greu de zugrăvit lumea de dinaintea lui Shannon aşa cum le apărea celor care au trăit în ea. Este dificil să recapeţi inocenţa, ignoranţa şi lipsa de înţelegere".[17]

Şi totuşi, trecutul revine în centrul atenţiei. *La început a fost cuvântul*, potrivit lui Ioan. Suntem specia care s-a numit pe sine *Homo sapiens*, cel care ştie – şi apoi, după ceva reflecţie, a modificat denumirea în *Homo sapiens sapiens*. Cel mai mare dar al lui Prometeu către omenire nu a fost, până la urmă, focul:

„Şi numerele, fruntaşele ştiinţelor, le-am inventat pentru ei, precum şi combinarea literelor, mama creatoare a artelor Muzelor, cu care să păstrăm toate lucrurile în memorie". Alfabetul a fost o tehnologie fondatoare a informaţiei. Telefonul, faxul, calculatorul şi, în cele din urmă, computerul sunt doar ultimele inovaţii proiectate pentru păstrarea, manipularea şi comunicarea cunoştinţelor. Cultura noastră a asimilat un vocabular de lucru pentru aceste invenţii utile. Vorbim despre comprimarea datelor, conştienţi că aceasta este total diferită de comprimarea unui gaz. Ştim despre scurgerea de informaţii, despre analiza, trierea, ajustarea şi filtrarea lor. Mobilierul nostru include iPoduri şi ecrane cu plasmă, abilităţile noastre includ tastarea de text şi navigarea pe Google, suntem dotaţi, suntem experţi, astfel încât vedem informaţia în prim-plan. Dar ea a fost întotdeauna acolo. Ea a invadat şi lumea strămoşilor noştri, luând forme variate, de la solide la eterice, lespezi funerare din granit şi şoapte ale curtenilor. Cartela perforată, casa de marcat, Maşina Diferenţială din secolul al XIX-lea, firele de telegraf, toate au jucat rolurile lor în ţeserea pânzei de păianjen a informaţiei în care suntem prinşi. Fiecare nouă tehnologie a informaţiei, la vremea sa, a marcat o înflorire în ceea ce priveşte stocarea şi transmisia. Din presa de tipărit au provenit noi specii de organizatori de informaţie: dicţionare, enciclopedii, ahmanahuri –, compendii de cuvinte, clasificatoare de fapte, ramuri ale cunoaşterii. Cu greu vreo tehnologie a informaţiei este scoasă din uz. Fiecare dintre cele noi îşi scoate predecesoarele în relief. Astfel încât, în secolul al XVII-lea, Thomas Hobbes a opus rezistenţă noii găselniţe mediatice a vremii lui: „Deşi ingenioasă, invenţia tiparului, în comparaţie cu invenţia literelor, nu e mare lucru".[18] Până la un punct, avea dreptate. Orice nou medium transformă natura

gândirii omenești. Pe termen lung, istoria este depozitarea de informație ce devine conștientă de sine.

Unele tehnologii ale informației au fost apreciate la vremea lor, altele nu. Una teribil de neînțeleasă a fost toba vorbitoare africană.

1 | TOBE CARE VORBESC

(CÂND UN COD NU ESTE UN COD)

Pe Continentul Negru, tobe duruie neostenit:
temei al muzicii de orice fel și miez al fiecărui dans;
tobe vorbitoare, semnalul fără fir în jungla pe hărți de negăsit.[1]
– Irma Wasall (1943)

Nimeni nu vorbea simplu la tobe. Toboșarii nu ar spune „Întoarce-te acasă", ci, mai degrabă,

Fă-ți tălpile să calce înapoi pe calea ce-au urmat-o,
fă-ți picioarele să umble înapoi pe drumul străbătut,
adânc apasă talpa și jos piciorul pune,
în al nostru sat.[2]

Ei nu ar putea să spună „cadavru", însă ar construi cam așa: „ce zace pe spate în brazda de pământ". În loc de „nu-ți fie frică", ei ar spune „scoate-ți inima din gură și pune-o la loc, inima ta scoasă din gura ta, dă-o jos de-acolo înapoi". Tobele făceau să curgă șuvoaie oratorice. Lucru ce părea să fie ineficient. Era vorba de grandilocvență și de emfază? Sau de altceva?

Multă vreme, europenii din Africa Subsahariană habar n-au avut. De fapt, ei nu aveau habar de faptul că tobele nu erau câtuși de puțin purtătoare de informație. În propriile lor culturi, în situații speciale, o tobă putea fi, alături de goarnă și de clopot, un instrument de semnalizare, folosit pentru a transmi-

te un set restrâns de mesaje: *atac; retragere; veniţi la biserică.* În anul 1730, Francis Moore a navigat spre est, în sus pe râul Gambia, descoperind că acesta era navigabil pe o distanţă de şase sute de mile, admirând pe tot acest parcurs frumuseţea ţinutului şi minunăţii curioase precum „stridii ce creşteau în copaci" (mangrove). Nu era cine ştie ce naturalist. El se afla în recunoaştere, ca agent în slujba negustorilor englezi de sclavi, cutreierând prin regate locuite, după cum a văzut el, de diferite rase de oameni de culoare neagră sau cafenie, „precum Mundingo, Jolloiff, Pholey, Floop şi portughezi". Când a dat peste nişte bărbaţi şi femei ce purtau tobe, din lemn scobit, lungi cam de un yard, subţiate dinspre partea de sus către fund, a remarcat că femeile dansau vioi pe muzica lor şi că, uneori, tobele erau „bătute la apropierea unui duşman" şi, în sfârşit, că „în situaţii cu totul ieşite din comun", tobele cereau ajutor din partea aşezărilor învecinate. Dar asta e tot ce-a notat el.[3]

Peste un secol, într-o expediţie pe râul Niger,* căpitanul William Allen a făcut o altă descoperire, urmărindu-l cu atenţie pe pilotul său camerunez, căruia el îi spunea Glasgow. Se găseau în cabina vasului cu zbaturi de fier, după cum îşi amintea Allen:

> Deodată, a devenit cu totul absent şi, o vreme, a rămas într-o atitudine de ascultare. Mustrat pentru neatenţie, el a răspuns: „Tu nu aude fiu meu vorbeşte?". Cum noi nu auzeam niciun glas, l-am întrebat de unde ştie. A spus: „Toba vorbeşte mie, spune vino sus punte". Mi s-a părut ceva cu totul bizar.[4]

* Călătoria era sponsorizată de Societatea pentru Dispariţia Comerţului cu Sclavi şi Civilizarea Africii, cu scopul de a-l înfrunta pe negustorii de sclavi (n.a.).

Scepticismul căpitanului a fost înlocuit de uimire, pe măsură ce Glasgow l-a convins de faptul că fiecare sat avea acest „talent al corespondenței muzicale". Oricât de greu era de crezut, căpitanul a acceptat, în cele din urmă, că mesaje amănunțite, de multe propoziții, puteau fi purtate la mile distanță. „Suntem adesea surprinși", a scris el, „să descoperim sunetul de trompetă atât de bine înțeles în operațiile noastre militare; dar cât de neînsemnat este față de rezultatul la care ajung acești sălbatici needucați". Acel rezultat era o tehnologie mult căutată în Europa: comunicarea la distanță mai rapidă decât orice mesager mergând călare sau pe jos. Prin aerul liniștit al nopții, pe deasupra unui râu, zgomotul tobei putea străbate șase sau șapte mile. Retransmis de la un sat la altul, mesajul putea fi duruit pe o sută de mile sau mai departe cam într-o oră.

Anunțul unei nașteri în Bolenge, un sat din Congo Belgian, suna cam așa:

Batoko fala fala, tokema bolo bolo, boseka woliana imaki tonkilingonda, ale nda bobila wa fole fole, asokoka l'isika koke koke.

Rogojinile sunt înfășurate, ne simțim puternici, o femeie a venit din pădure, ea este afară în sat, e de ajuns deocamdată.

Un misionar, Roger T. Clarke, a transcris această chemare la funeraliile unui pescar:

La nkesa laa mpombolo, tofolange benteke biesala, tolanga bonteke bolokolo bole nda elinga l'enjale baenga, basaki l'okala bopele pele. Bojende bosalaki lifeta Bolenge wa kala kala, tekendake tonkilingonda, tekendake beningo la nkaka elinga l'enjale. Tolanga bonteke bolokolo bole nda elinga l6enjale, la knesa la mpombolo.

Dimineața, la răsărit, nu vrem să ne strângem pentru muncă, vrem o adunare de joacă pe râu. Bărbați care locuiți în Bolenge, nu vă duceți în pădure, nu mergeți la pescuit. Vrem o adunare de joacă pe râu, dimineața, la răsărit.

Clarke a notat mai multe fapte. În vreme ce numai unii oameni învățau să comunice cu toba, aproape oricine putea să înțeleagă mesajele din bătăile de tobă. Unii băteau toba în ritm alert, alții lent. Fraze tip se repetau mereu, practic neschimbate, și totuși toboșari diferiți ar fi trimis același mesaj cu ajutorul unor cuvinte diferite. Clarke a hotărât că limbajul tobelor era deopotrivă șablonard și fluid. „Semnalele reprezintă tonurile silabelor unor fraze convenționale, având un caracter tradițional și foarte poetic", a fost concluzia lui, ceea ce era corect, însă nu a putut să facă ultimul pas spre a înțelege de ce.[5]

Acești europeni vorbeau despre „gândirea indigenă" și îi descriau pe africani drept „primitivi" și „animiști", dar, cu toate acestea, au ajuns să constate că ei împliniseră un vis străvechi al oricărei culturi omenești. Aveau un sistem de mesagerie care îi depășea în viteză pe cei mai buni curieri, pe cei mai iuți cai pe drumuri bune, cu halte de schimb. Sistemele de mesagerie terestră, la picior, au dezamăgit întotdeauna. Propriile lor armate le-au depășit. Iulius Cezar, de exemplu, „ajungea adeseori înaintea mesagerilor trimiși să-i anunțe sosirea", după cum relata Suetoniu în secolul I.[6] Totuși, anticii nu erau lipsiți de resurse. Grecii utilizau ruguri aprinse în timpul Războiului Troian, în secolul al XII-lea î.Hr., conform tuturor surselor – anume Homer, Virgiliu și Eschil. Un foc pe un vârf de munte putea fi văzut din turnuri de observație aflate la douăzeci de mile distanță sau, în situații speciale, chiar și mai departe. În versiunea lui Eschil, Clytemnestra trimite știrea despre căderea Troiei chiar în aceeași noapte, până la Mycene,

aflată la patru sute de mile. „Dar cine-ar fi în stare atât de iute o veste să repeadă pân-aici?", întreabă corul sceptic.

Ea îi atribuie meritul lui Hefaistos, zeul focului: „Trimis-a mai departe al lui semn; şi iar, şi iar, foc după foc iuţiră solul de văpaie". Nu e puţin lucru, iar ascultătorul trebuie să fie convins, aşa că Eschil o pune pe Clytemnestra să continue minute în şir cu fiecare detaliu al drumului parcurs: semnalul strălucitor a pornit de pe muntele Ida, a străbătut partea de nord a Mării Egee până în insula Lesbos; de acolo până la Muntele Athos din Macedonia; apoi spre sud, peste câmpii şi lacuri spre Macistus; Messapius, unde pândarul „departe a zărit limba de foc ce licărea pe apele lui Euripus şi din mormanul de grozamă ofilită se-aprinse un alt semn, purtând mesajul mai departe"; Cithaeron; Aegiplanetus; şi muntele de veghe din oraşul său, Arachne. „Aşa grăbitu-s-a din post în post, purtată vestea-n schimburi, rug după rug", s-a semeţit ea, „de-a lungul căii poruncite".[7] În 1908, un istoric german, Richard Hennig, a trasat şi a măsurat traseul, confirmând fezabilitatea acestui lanţ de focuri.[8] Semnificaţia mesajului trebuia, desigur, să fie prestabilită, efectiv condensată într-un singur bit. O alegere binară, ceva sau nimic: semnalul de foc însemna ceva, care, numai de această dată, voia să spună că „Troia a căzut". Pentru a transmite acest unic bit se cerea o cantitate imensă de planificare, muncă, observaţie şi lemn de foc. Mulţi ani după aceea, felinarele din Old North Church i-au transmis în acelaşi mod lui Paul Revere un singur bit de mare preţ, pe care el l-a purtat mai departe – o alegere binară: pe mare sau pe uscat.*

* Paul Revere – erou al Revoluţiei Americane; argintar bogat din Boston, Revere a devenit o figură emblematică din istoria Statelor Unite. Fapta lui de glorie a fost aceea că, pândind manevrele militare ale englezilor, a călărit o noapte întreagă – celebra *midnight ride* – pentru a-i preveni pe locuitorii din oraşul Concord de năvălirea iminentă a trupelor britanice, ceea ce le-a permis rebelilor să se retragă la timp şi să-şi salveze proviziile de care englezii aveau mare nevoie (n.t.).

Erau necesare mai multe mijloace, pentru ocazii mai puțin extraordinare. Oamenii au încercat cu steaguri, buciume, fum intermitent și sclipiri de oglinzi. Au invocat spirite și îngeri ca să comunice – îngerii fiind, prin definiție, mesageri divini. Descoperirea magnetismului a aprins niște speranțe aparte. Într-o lume deja saturată de magie, magneții erau întruchiparea puterilor oculte. Rocile magnetice atrag fierul. Această forță de atracție se întinde nevăzută prin aer. Nu este întreruptă nici de apă, nici de corpuri solide. Un magnet pus pe o parte a unui zid poate mișca o bucată de fier aflată pe partea cealaltă. Și mai ciudat, forța magnetică pare capabilă să coordoneze obiecte aflate la mare distanță, pe tot cuprinsul pământului: și anume acele de busolă. Ce-ar fi dacă un ac ar putea să pună stăpânire pe un altul? Această idee s-a răspândit – o „fantezie", scria Thomas Browne în anii 1640,

> șoptită prin lume cu oarecare stăruință, ascultătorii creduli și vulgari luând-o cu ușurință de bună, iar capetele mai chibzuite și cu discernământ nerespingând-o cu totul. Fantezia este excelentă, iar dacă efectul s-ar produce, întrucâtva divină; pe această cale am putea să comunicăm precum spiritele și să stăm de vorbă pe pământ cu Menippus de pe Lună.[9]

Ideea acelor „simpatetice" s-a înfiripat oriunde existau filosofi ai naturii și artiști cu credință. În Italia, un ins a încercat să-i vândă lui Galileo „o metodă secretă de comunicare cu cineva aflat la distanță de două sau trei mii de mile, prin intermediul unei anumite simpatii a acelor magnetice".

> I-am spus că aș cumpăra bucuros, dar voiam să văd prin experiment, și că ar fi pentru mine de-ajuns dacă el ar sta într-o încăpere și eu în alta. Mi-a răspuns că acțiunea nu putea fi detectată

la o distanță atât de scurtă. I-am spus să-și vadă de drum, cu observația că nu aveam chef în acel moment să merg până la Cairo sau Moscova pentru a face experimentul, dar că, dacă el dorea să se ducă, eu voi sta la Veneția și voi avea grijă la capătul celălalt.[10]

Ideea era aceea că, dacă o pereche de ace erau magnetizate împreună – „atinse de aceeași piatră magnetică", după cum s-a exprimat Browne –, ele ar rămâne pentru totdeauna într-o relație de simpatie, chiar aflate la distanță. S-ar putea numi acest raport „entanglement". Un expeditor și un receptor ar lua cu ei acele și ar stabili un moment în care să comunice. Ei ar urma să pună acele pe niște discuri, cu literele alfabetului aranjate pe circumferință. Expeditorul ar scrie un mesaj, răsucind vârful acului. „Pentru că, atunci, spune tradiția", explica Browne, „indiferent la ce distanță, când un ac va fi mișcat spre o literă, printr-o minunată simpatie celălalt se va mișca la fel". Dar, spre deosebire de majoritatea celor care au avut în vedere ideea acelor simpatetice, Browne chiar a încercat să experimenteze. Nu a funcționat. Când el mișca un ac, celălalt stătea pe loc.

Browne nu a mers atât de departe încât să excludă posibilitatea ca această forță misterioasă să poată fi folosită într-o bună zi pentru comunicare, dar a mai adăugat un avertisment. Chiar dacă era posibilă comunicarea magnetică la distanță, sugera el, se putea ivi o problemă atunci când expeditorul și receptorul ar fi încercat să-și sincronizeze acțiunile. Cum vor ști ei ce oră este,

nefiind o chestiune trivială sau de almanah, ci o problemă de matematică, să afli diferența de oră în locuri diferite; nici cei mai înțelepți nu sunt pe deplin mulțumiți în această privință. Căci orele din locuri diferite și-o iau înainte unele altora, potrivit longitudinilor lor; care nu sunt descoperite cu exactitate în orice loc.

Aceasta era o gândire anticipativă şi pe deplin teoretică, un produs al noilor cunoştinţe de astronomie şi geografie din secolul al XVII-lea. A fost prima fisură a până atunci solidei presupoziţii de simultaneitate. Oricum, după cum remarca Browne, experţii aveau opinii diferite. Vor trebui să treacă încă două secole până când cineva să poată călători efectiv atât de repede ori să comunice destul de rapid pentru a experimenta diferenţele de timp local. În acel moment, de fapt, nimeni de pe lume nu putea să comunice atât de mult, atât de repede şi atât de departe pe cât puteau să o facă nişte africani analfabeţi cu tobele lor.

Pe vremea când căpitanul Allen descoperea tobele vorbitoare în 1841, Samuel F. B. Morse se căznea cu propriul său cod de percuţie, bătaia de tobă electromagnetică proiectată să pulseze de-a lungul firului de telegraf. Inventarea unui cod era o problemă complexă şi delicată. El nici măcar nu a gândit, la început, în termenii unui cod, ci a avut în vedere „un sistem de semne pentru litere, care să fie indicate şi marcate printr-o succesiune rapidă de lovituri sau şocuri ale curentului galvanic".[11] Analele invenţiilor abia dacă ofereau vreun precedent. Cum să se convertească informaţia dintr-o formă, limba vieţii de toate zilele, într-o altă formă, convenabilă pentru a fi transmisă pe fir, i-a solicitat inventivitatea mai mult decât orice problemă mecanică a telegrafiei. Este corect faptul că istoria a legat numele lui Morse de codul său, mai mult decât de aparatul pe care l-a inventat.

El avea la dispoziţie o tehnologie care părea să permită numai impulsuri brute, explozii de curent deschis şi închis, un circuit electric fiind întrerupt sau restabilit. Cum putea el să transmită limbajul prin ţăcănitul unui electromagnet? Prima

lui idee a fost să trimită numere, câte o cifră de fiecare dată, cu puncte și pauze. Secvența ●●● ●● ●●●●● ar fi însemnat 325. Fiecărui cuvânt englezesc i s-ar fi atribuit un număr, iar telegrafiștii de la fiecare capăt al liniei urmau să consulte un dicționar special. Morse s-a apucat să creeze el însuși acest dicționar, irosind multe ore ca să-l scrie pe niște coli mari.* Și-a revendicat ideea în primul său patent de aparat telegrafic, în 1840:

> Dicționarul sau vocabularul constă în cuvinte aranjate alfabetic și numerotate în ordine, începând cu literele alfabetului, astfel încât fiecare cuvânt din limbă posedă numărul său telegrafic, și este desemnat la alegere, prin semnele numerice.[12]

În căutare de eficiență, el a cântărit costurile și posibilitățile pe mai multe planuri intersectate. Era costul transmisiei înseși: firele ar fi costisitoare și ar transmite un anumit număr de impulsuri pe minut. Numerele ar fi fost relativ ușor de transmis. Dar erau, pe urmă, costurile suplimentare de timp și dificultate ale telegrafiștilor. Ideea manualelor de coduri – tabele de căutare – oferea unele posibilități, cu ecouri în viitor, ivindu-se din nou în alte tehnologii. În cele din urmă, a funcționat în telegrafia chineză. Dar Morse și-a dat seama că ar fi descurajant de greoi pentru operatori să frunzărească un dicționar pentru fiecare cuvânt.

În acest timp, protejatul său, Alfred Vail, punea la punct un întrerupător simplu, cu ajutorul căruia un operator putea să deschidă și să întrerupă rapid un circuit electric. Vail și Morse s-au întors către ideea unui alfabet codificat, folosind semne

---

* „O foarte scurtă experiență, însă, a demonstrat superioritatea modului alfabetic", a scris el mai târziu, „iar colile uriașe ale dicționarului numeric, care m-a costat o grămadă de muncă, . . .au fost aruncate, cel alfabetic fiind instalat în locul lor"[13] (n.a.).

drept surogate de litere și putând, astfel, să scrie fiecare cuvânt. Cumva, acele semne simple aveau să alcătuiască toate cuvintele dintr-o limbă scrisă sau vorbită. Trebuia ca ele să cartografieze întregul limbaj într-o singură dimensiune de impulsuri electrice. Inițial, ei au conceput un sistem construit din două elemente: clicurile (numite acum puncte) și spațiile dintre ele. Apoi, jucându-se cu tastatura prototip, au introdus un al treilea semn: linia sau liniuța, „atunci când circuitul era închis mai mult timp decât era necesar pentru a face un punct".[14] (Codul a ajuns să fie cunoscut drept alfabetul punct-și-linie, însă acel spațiu nenumit rămânea la fel de important; codul Morse nu era un limbaj binar.)* Că oamenii ar putea să învețe acest nou limbaj a fost, la început, lucru de mirare. Ei ar fi trebuit să stăpânească sistemul de codificare și apoi să realizeze un act de dublă traducere: limbajul în semne; mintea în degete. Un martor a fost uimit de felul în care telegrafiștii și-au interiorizat aceste abilități:

> Funcționarii care umblă cu instrumentul de înregistrare au devenit atât de experți în hieroglifele lor bizare, încât nu aveau nevoie să se uite pe banda tipărită pentru a ști care era mesajul în curs de recepție; instrumentul de înregistrare este pentru ei un limbaj articulat inteligibil. Ei înțeleg *vorbirea lui*. Ei pot să închidă ochii și să asculte straniul țăcănit care curge în urechile lor, în timp ce printerul lucrează, și-ți spun pe loc ce înseamnă.[15]

De dragul vitezei, Morse și Vail și-au dat seama că ar putea face economie de apăsări pe tastă păstrând cele mai scurte secvențe de puncte și linii pentru literele cele mai comune. Dar care litere ar fi utilizate cel mai frecvent? Puține se știau despre

---

* Operatorii au distins curând spații de diferite lungimi – intercaractere și intercuvinte –, astfel încât codul Morse utilizează, în realitate, patru semne (n.a.).

statisticile alfabetului. În căutare de date privind frecvența relativă a literelor, Vail a avut inspirația să viziteze sediul ziarului local din Morristown, New Jersey, și să se uite pe casetele de litere.[16] A găsit un stoc de 12 000 de E-uri, 9 000 de T-uri și numai două sute de Z-uri. El și Morse au rearanjat alfabetul corespunzător. Inițial, au folosit linie-linie-punct ca să reprezinte litera T, a doua ca frecvență; acum au ridicat în rang T-ul la o singură linie, economisind astfel operatorilor de telegraf nenumărate miliarde de tastări în lumea ce avea să vină. Mult timp după aceea, teoreticienii informației au calculat că ei au atins 15% din aranjamentul optim pentru telegrafierea unui text în limba engleză.[17]

Nici o astfel de știință, nici urmă de asemenea pragmatism nu au contribuit la formarea limbajului tobelor. Și totuși, fusese o problemă de rezolvat, exact așa cum a fost cazul în conceperea unui cod pentru telegrafiști: cum să se cartografieze un întreg limbaj într-un șuvoi unidimensional din cele mai simple sunete. Această problemă de proiectare a fost soluționată colectiv de generații de toboșari într-un proces secular de evoluție socială. La începutul secolului XX, analogia cu telegraful era sesizabilă pentru europenii care studiau Africa. „Doar acum câteva zile am citit în *Times*", raporta Căpitanul Robert Sutherland Rattray către Royal African Society din Londra, „cum un locuitor dintr-o parte a Africii a aflat despre moartea – într-o altă parte, foarte îndepărtată a continentului – unui copilaș european și cum această știre a fost transmisă prin intermediul tobelor, folosite, după cum se afirma, «pe principiul Morse» – întotdeauna este vorba de «principiul Morse»."[18]

Însă evidenta analogie a indus lumea în eroare. Oamenii nu au reușit să descifreze codul tobelor pentru că, de fapt, nu exista niciun cod. Morse și-a extras sistemul său dintr-un strat simbolic median, alfabetul scris, intermediar între vorbire și

codul său final. Punctele şi liniuţele lui nu aveau nicio legătură cu sunetul; ele reprezentau litere, care formau cuvinte scrise, care reprezentau, la rândul lor, cuvintele rostite. Toboşarii nu puteau să construiască pe un cod intermediar – nu puteau să abstragă printr-un strat de simboluri – deoarece limbile africane, la fel ca toate cele şase mii de limbi vorbite în lumea modernă, exceptând doar câteva zeci, nu aveau un alfabet. Tobele metamorfozau vorbirea.

I-a fost dat lui John F. Carrington să explice. Misionar englez, născut în 1914, în Northamptonshire, Carrington a plecat în Africa la douăzeci şi patru de ani şi Africa i-a fost casa pentru tot restul vieţii. Tobele i-au atras atenţia în scurt timp, pe când călătorea de la Societatea Misionară Baptistă din Yakusu, pe cursul superior al fluviului Congo, prin satele din pădurea Bambole. Într-o zi, a făcut o excursie neanunţată până în orăşelul Yaongama şi a fost surprins să găsească acolo un profesor, o asistentă medicală şi membrii parohiei gata adunaţi să-l întâmpine. Auziseră tobele, i s-a explicat. În cele din urmă, şi-a dat seama că tobele transmiteau nu numai anunţuri şi avertizări, ci şi rugăciuni, poezii şi chiar glume. Toboşarii nu semnalizau, ci vorbeau: vorbeau o limbă specială, adaptată.

Până la urmă, Carrington însuşi a învăţat să bată la tobe. O făcea mai ales în Kele, un dialect din familia Bantu, situată în ceea ce astăzi este partea de est a Zairului. „El nu este cu adevărat un european, în pofida culorii pielii sale", a spus un sătean Lokele despre Carrington. „El a fost de prin satul nostru, unul dintre noi. După ce a murit, spiritele au greşit şi l-au trimis undeva departe, într-un sat de albi, ca să intre în trupul unui copilaş născut dintr-o femeie albă, în loc de una de-ale noastră. Dar, pentru că face parte dintre noi, nu a putut să uite de unde era şi s-a întors." Săteanul a mai adăugat cu genero-

zitate: „Dacă e un pic neîndemânatic la tobe, e din cauza slabei educații pe care i-au dat-o albii".[19] Viața lui Carrington în Africa a durat patru decenii. A devenit un desăvârșit botanist, antropolog și, mai presus de toate, lingvist – o autoritate în ceea ce privește structura familiilor de limbi africane: mii de dialecte și câteva sute de limbi diferite. El a remarcat cât de elocvent trebuie să fie un bun toboșar. În cele din urmă, și-a publicat descoperirile sale în legătură cu tobele în 1949, într-un volumaș intitulat *Tobele vorbitoare din Africa*.

În rezolvarea enigmei tobelor, Carrington a găsit cheia într-un fapt esențial legat de limbile africane importante. Ele sunt limbi tonale, în care sensul este determinat la fel de mult de ridicarea sau coborârea tonului și de distincția dintre consoane și vocale. Această caracteristică lipsește în majoritatea limbilor indo-europene, inclusiv engleza, care folosesc tonul vocii numai în modalități limitate, sintactice: de exemplu, pentru a deosebi întrebările („ești fericit ↗") de afirmații („ești fericit ↘"). Dar pentru alte limbi, printre care cele mai celebre sunt mandarina și cantoneza, tonul are o însemnătate primordială în distingerea cuvintelor. Așa se întâmplă și în majoritatea limbilor africane. Chiar și atunci când au învățat să comunice în aceste limbi, de regulă europenii nu au izbutit să sesizeze importanța tonalității, deoarece nu aveau nicio experiență a ei. Atunci când au transcris în alfabetul latin cuvintele pe care le auzeau, n-au dat egală importanță și tonalității. Drept urmare, vedeau numai în alb și negru, fără să perceapă culorile.

Trei cuvinte Kele diferite sunt transcrise de către europeni sub forma *lisaka*. Cuvintele se deosebesc numai prin tonul cu care se pronunță. Astfel, *lisaka* din trei silabe joase înseamnă baltă; *lisa*^{ka}, cu ultima silabă ascendentă (nu neapărat accentuată), înseamnă promisiune; iar *li*^{saka} este o otravă. *Li*^{a}*la*

înseamnă logodnică și *liala*, groapă de gunoi. În transcriere, ele apar ca fiind omonime, dar nu sunt. După asfințit, Carrington își amintea: „Trebuie să fi făcut de multe ori greșeala de a-i spune unui băiat «vâslește o carte» sau «pescuiește că vine prietenul tău»". Europenilor le lipsea urechea pentru aceste distincții. Carrington a văzut cât de comică poate fi confuzia:

alambaka boili [-_--___] = el privea malul râului

alambaka boili [----_-_] = el și-a fiert soacra

Pe la sfârșitul secolului al XIX-lea, lingviștii au identificat fonemul drept cea mai mică unitate acustică ce face o diferență de sens. Cuvântul englezesc *chuck* cuprinde trei foneme: diferite sensuri pot fi create schimbând *ch* cu *d* sau *u* cu *e*, *ck* cu *m*. Este un concept util, dar imperfect: lingviștii au descoperit că este surprinzător de dificil să cadă de acord asupra unui inventar exact de foneme pentru limba engleză sau pentru oricare altă limbă (majoritatea estimărilor pentru engleză se află în vecinătatea numărului de patruzeci și cinci). Problema este că un flux de vorbire este un continuum; un lingvist poate, în mod abstract și arbitrar, să-l spargă în unități discrete, dar semnificația acestor unități variază de la un vorbitor la altul și depinde de context. Instinctele majorității vorbitorilor față de foneme sunt, de asemenea, influențate de cunoașterea de către ei a alfabetului scris, care codifică limbajul în modalitățile sale uneori arbitrare. În orice caz, limbile tonale, cu variabilele lor suplimentare, conțin mult mai multe foneme decât li s-a părut la prima vedere unor lingviști neexperimentați.

În timp ce limbile vorbite în Africa au atribuit tonalității un rol crucial, limbajul tobelor a mai făcut însă un pas dificil. El

folosește tonul și numai tonul. Era un limbaj dintr-o singură pereche de foneme, un limbaj alcătuit integral din contururi tonale. Tobele variau în funcție de materiale și de măiestria meșteșugarilor. Unele erau gonguri crestate, tuburi din lemn de padauk, scobite, tăiate cu o gură lungă și îngustă ca să scoată un sunet acut și unul grav; altele aveau fețe din piele, și acestea se foloseau în perechi. Tot ceea ce conta era ca aceste tobe să scoată două note distincte, la un interval de terță majoră.

Astfel, prin transpunerea limbii vorbite în limbajul tobelor, se pierdea informație. Vorbirea tobelor era un grai deficitar. Pentru fiecare sat și fiecare trib, limbajul tobelor a început de la cuvântul vorbit, din care s-au eliminat consoanele și vocalele. Era o pierdere importantă. Fluxul de informație rămas ar fi plin de ambiguitate. O bătaie dublă pe toba cu sunet acut [--] se potrivea modelului tonal al cuvântului Kele pentru tată, *sango*, dar în mod firesc putea la fel de bine să fie *songe*, luna; *koko*, orătanie; *fele*, o specie de pești; sau orice alt cuvânt de două tonuri acute. Chiar și limitatul dicționar al misionarilor de la Yakusu conținea 130 de asemenea cuvinte.[21] Odată ce a redus cuvintele vorbite, cu toată bogăția lor sonoră, la un cod atât de minimal, cum ar putea tobele să le deosebească? Răspunsul stă, parțial, în accent și ritm, însă acestea nu pot să compenseze pierderea consoanelor și a vocalelor. Astfel, a descoperit Carrington, un toboșar trebuie să adauge de fiecare dată „o mică frază" pentru fiecare cuvânt scurt. *Songe*, luna, este redată prin *songe li tange la manga* – „luna privește în jos spre pământ". *Koko*, orătania, este redată prin *koko olongo la bokiokio* – „orătania, micuța care spune kiokio". Departe de a fi exterioare, bătăile de tobă suplimentare oferă un context. Fiecare cuvânt ambiguu începe într-un nor de interpretări alternative, toate posibile; apoi posibilitățile nedorite se evaporează. Aceasta se petrece sub nivelul conștiinței. Ascultătorii

aud numai tonuri staccato de tobe, joase şi înalte, însă, de fapt, ei „aud", totodată, consoanele şi vocalele lipsă. Din acest motiv, ei aud fraze întregi, nu cuvinte separate. „Printre oamenii care nu ştiu nimic despre scris sau gramatică, un cuvânt *per se*, desprins de grupul său de sunete, pare aproape să înceteze a fi o articulaţie inteligibilă", afirmă căpitanul Rattray.[22]

Lungile cozi stereotipizate fâlfâie odată cu textul, redundanţa lor biruind ambiguitatea. Limbajul tobelor este creativ, generând lejer neologisme pentru inovaţiile din nord: vapoare cu aburi, ţigări şi dumnezeul creştin fiind cele trei pe care Carrington le-a remarcat în mod deosebit. Însă toboşarii încep prin a învăţa formulele tradiţionale fixe. Într-adevăr, formulele toboşarilor africani conservă câteodată cuvinte arhaice, care au fost uitate în limba de toate zilele. Pentru Yaunde, elefantul este întotdeauna „marele neîndemânatic".[23] Asemănarea cu formulele homerice – nu simplu Zeus, ci Zeus strângătorul de nori; nu marea pur şi simplu, ci ca vinul întunecata mare – nu este un accident. Într-o cultură orală, inspiraţia trebuie să slujească în primul rând claritătii şi memoriei. Muzele sunt fiicele lui Mnemosyne.*

Nici Kele, nici engleza nu posedă cuvinte pentru a spune *alocare de extrabiţi pentru dezambiguizare şi corecţie de eroare*. Şi totuşi, asta face limbajul tobelor. Redundanţa – ineficientă prin definiţie – serveşte drept antidot al confuziei. Ea oferă mereu o a doua şansă. Fiecare limbă naturală conţine o redundanţă preinstalată; din acest motiv oamenii pot să înţeleagă un text plin de erori şi de aceea ei pot urmări o conversaţie într-o încăpere zgomotoasă. Redundanţa naturală a limbii engleze

* Mnemosyne – personificarea memoriei în mitologia greacă; făcând parte din stirpea titanilor, născuţi de Gaia (pământul) şi Uranos (cerul), este cea care, fecundată de către Zeus, a născut cele nouă muze ale grecilor antici. Din numele ei avem derivatul „mnemotehnic", referitor la memorie (n.t.).

stă la baza celebrului poster din anii 1970 de la metroul din New York (și a poemului scris de către James Merril),

> if u cn rd ths
> u cn gt a gd jb w hi pa!*

(„Această contraortografie îți poate salva sufletul", adaugă Merrill.)[24] Cel mai adesea, redundanța din limbaj este doar o parte din fundal. Pentru un telegrafist este o risipă care costă scump. Pentru un toboșar african este esențială. Un alt limbaj specializat oferă un analog perfect: limbajul radiofonic din aviație. Numere și litere formează mare parte din informația schimbată între piloți și controlorii de trafic aerian: altitudini, vectori, numere de ordine ale avioanelor care stau la rând, identificatori de pistă și de rulare, frecvențe radio. Aceasta este o comunicare de importanță critică, realizată pe un canal notoriu de zgomotos, astfel încât se utilizează un alfabet special pentru diminuarea ambiguității. Literele vorbite *B* și *V* sunt ușor de confundat; *bravo* și *victor* sunt mai sigure. *M* și *N* devin *mike* și *november*. În cazul numerelor, *five* [cinci] și *nine* [nouă], în mod special predispuse a fi confundate, se pronunță *fife* și *niner*.** Silabele suplimentare îndeplinesc aceeași funcție ca și supraprolixitatea tobelor vorbitoare.

După ce și-a publicat cartea, John Carrington a dat peste un mod matematic de înțelegere a ideii sale. O comunicare științifică a unui inginer de telefonie de la Bell Labs, pe nume

---

* Completând ortografia, textul original sună astfel: „If you can read this / you can get a good job with high payl" – „dacă poți citi asta / poți să capeți un job bine plătit". Cititorul se poate amuza încercând să realizeze un astfel de text abreviat în românește, de genul: „dk pti cti as / pti s kpti un jb bn ptit etc" (n.t.).

** Similar, în românește se pronunță șepte în loc de șapte, spre a nu se confunda cu șase (n.t.).

Ralph Hartley, conține chiar o formulă aparent relevantă: $H = n \log s$, unde H este cantitatea de informație, n este numărul de simboluri din mesaj, iar s este numărul de simboluri disponibile în limbaj.[25] Colegul mai tânăr al lui Hartley, Claude Shannon, a mers ulterior pe această pistă, și unul dintre proiectele sale fundamentale a devenit o măsurare precisă a redundanței în limba engleză. Simboluri pot fi cuvinte, foneme sau puncte și liniuțe. Gradul de alegere într-un set de simboluri era variabil – o mie de cuvinte, patruzeci și cinci de foneme, douăzeci și șase de litere sau trei tipuri de întrerupere a unui circuit electric. Formula cuantifica un fenomen destul de simplu (în orice caz, simplu după ce a fost remarcat): cu cât mai puține simboluri disponibile, cu atât mai multe dintre ele trebuie să fie transmise pentru a se obține o cantitate dată de informație. Pentru toboșarii africani, era necesar ca mesajele să fie cam de opt ori mai lungi decât echivalentele lor vorbite.

Hartley și-a dat ceva osteneală ca să justifice folosirea cuvântului *informație*. „În utilizarea sa comună, informația este un termen foarte elastic", a scris el, „și va fi necesar mai întâi să-i stabilim un sens mai specific". El a propus să gândim informația la modul „fizic" – termenul său – mai degrabă decât psihologic. Complicațiile, după cum a descoperit el, se înmulțeau. Cumva paradoxal, complexitatea era născută din straturile intermediare de simboluri: literele alfabetului, sau puncte și liniuțe, care erau discrete și, ca atare, ușor de numărat fiecare în parte. Mai greu de măsurat erau conexiunile dintre acești locțiitori și ultimul strat: vocea umană însăși. Acest flux de sunete cu sens încă părea să fie, pentru un inginer de telefonie, tot într-atât cât și pentru un toboșar african, adevăratul material al comunicării, chiar dacă sunetul, la rândul său, servea drept cod al cunoașterii sau al înțelesului de dedesubt.

În orice caz, Hartley credea că un inginer ar trebui să fie capabil să generalizeze pentru toate cazurile de comunicare: codurile scrierii și ale telegrafului, precum și transmiterea fizică a sunetului prin intermediul undelor electromagnetice de-a lungul cablurilor telefonice sau prin eter.

El nu știa nimic despre tobe, desigur. Și, curând după ce John Carrington a ajuns să le înțeleagă, ele au început să dispară de pe scena africană. A văzut că tinerii Lokele exersau la tobe din ce în ce mai puțin, școlari care nu învățau nici măcar numele lor bătute la tobe.[26] A regretat acest lucru. Făcuse din tobele vorbitoare o parte din viața lui. În 1954, un vizitator din Statele Unite l-a găsit la conducerea unei școli misionare din avanpostul congolez de la Yalemba. Carrington încă se plimba zilnic prin junglă și, când se făcea de prânz, soția lui îl chema cu un răpăit iute. Ea bătea la tobe: „Spirit de om alb din pădure vino vino la casa de șindrilă hai sus spirit de om alb din pădure. Femeia cu igname așteaptă. Vino vino".[27]

Nu mult după aceea, au existat oameni pentru care drumul tehnologiei de comunicații a trecut de la toba vorbitoare direct la telefonul mobil, sărind peste stadiile intermediare.

2 | STATORNICIA CUVÂNTULUI

(NICI URMĂ DE DICȚIONAR ÎN MINTE)

Odiseu a plâns când l-a auzit pe poet cântând faptele-i măreţe
de peste mări deoarece, odată cântate, ele nu mai erau doar ale sale.
Ele aparţineau oricui auzise cântecul.[1]
– Ward Just (2004)

„Încercaţi să vă imaginaţi", propunea Walter J. Ong, preot iezuit, filosof şi istoric al culturii, „o cultură în care nimeni, niciodată, nu a căutat cu privirea vreun cuvânt".[2] Pentru a da la o parte tehnologiile informaţiei internalizate timp de peste două milenii, este nevoie de un salt al imaginaţiei înapoi către un trecut uitat. Tehnologia cel mai greu de şters din minţile noastre este prima dintre toate: scrisul. Acesta se naşte chiar în zorii istoriei, după cum şi trebuie, căci istoria începe odată cu scrierea. Inactualitatea trecutului depinde de ea.*[3]

*** În original, *the pastness of the past*. Din păcate, limba română nu permite abstractizarea după acelaşi tipic a tuturor cuvintelor din vocabular. Aceasta se realizează lejer în cazul neologismelor, care au intrat relativ târziu în uz: electricitate, ubicuitate, tenacitate, permisivitate etc. În cazul cuvintelor cu vechime, „neaoşe", apar dificultăţi; unele permit un soi de abstractizare, fără forme regulate – de exemplu „roşeaţă", „greutate", „lărgime", „naturaleţe", „vremelnicie" etc. Multe cuvinte însă refuză pur şi simplu abstractizarea, ceea ce solicită diferite modalităţi perifrastice de a exprima o proprietate desprinsă de suportul său ontologic. Astfel, neputând să spunem firesc „lucritate", suntem nevoiţi să vorbim despre „calitatea de a fi lucru"; în loc de „coloritate", trebuie să ne referim la „proprietatea de a fi colorat". Acelaşi lucru se întâmplă şi în acest caz: cum este de nerostit în limba română un cuvânt precum „trecutitate", „trecutime" sau „trecuteală", ne mulţumim cu soluţia propusă (n.t.).**

E nevoie de câteva mii de ani pentru ca această cartografiere a limbii într-un sistem de semne să devină o a doua natură, şi atunci nu mai există drum de întoarcere spre inocenţă. Uitate sunt acele vremuri odată ce simpla noastră conştientizare a cuvintelor vine din *vederea* lor. „Într-o cultură primitivă orală", după cum remarca Ong,

> expresia „a te uita după un cuvânt"* este o frază goală: nu ar avea niciun înţeles conceptibil. Fără scriere, cuvintele ca atare nu au niciun fel de prezenţă vizuală, chiar şi atunci când obiectele pe care le reprezintă sunt vizibile. Ele sunt sunete. Poţi să le „chemi" înapoi – să ţi le „rechemi în memorie". Dar nu ai unde să te „uiţi" după ele. Nu au centru vizual şi nici un semn.

În anii 1960 şi '70, Ong a declarat era electronică drept o nouă epocă de oralitate – însă de „oralitate secundă", cuvântul rostit fiind amplificat şi extins ca niciodată înainte, însă mereu în contextul alfabetizării: voci auzite pe un fundal de tipar omniprezent. Prima eră de oralitate a durat un picuţ mai mult. Ea a acoperit aproape întreaga durată de viaţă a speciei, scrisul fiind o dezvoltare târzie, iar alfabetizarea generală, aproape un gând de pe urmă. Ca şi Marshall McLuhan, cu care a fost adesea comparat („celălalt eminent profet catolico-electronic", a spus cu dispreţ Frank Kermode[4]), Ong a avut nenorocul de a emite aprecierile sale vizionare privind o nouă eră chiar înainte ca aceasta să fi început efectiv. Noile canale media păreau să fie radioul, telefonul şi televiziunea. Însă acestea erau doar

---

* În original, „to look up". Literal, *to look up* înseamnă a privi în sus, a înălţa privirea; în context, Ong recurge la un sens idiomatic al expresiei, care înseamnă a căuta un cuvânt într-un dicţionar, un număr în cartea de telefon etc. Câteva rânduri mai jos, o altă arcană pentru traducător: *recall* înseamnă, literal, a rechema, dar sensul curent, de această dată, în limba engleză este „a-şi aminti, a-şi aduce aminte" (n.t.).

niște sclipiri palide pe cerul nopții, prevestind lumina ce încă se ascundea dincolo de orizont. Fie că Ong ar fi văzut ciberspațiul ca fiind fundamental oral sau literat, cu siguranță l-ar fi recunoscut drept transformator: nu numai o revitalizare a unor forme mai vechi, nu doar o amplificare, ci altceva cu totul nou. El putea să fi simțit pregătindu-se o discontinuitate înrudită cu apariția scrierii însăși. Puțini au înțeles mai bine decât Ong cât de profundă fusese acea primă discontinuitate.

Când și-a început cercetările, „literatura orală" era o expresie banală. Este un oximoron împodobit cu o fundiță de anacronism; cuvintele implică o mult-prea-inconștientă abordare a trecutului din perspectiva prezentului. Literatura orală a fost, de regulă, tratată ca o variantă a scrisului; ceea ce era, a spus Ong, „întru câtva asemănător cu a gândi caii ca pe niște automobile fără roți".[5]

> Se poate încerca așa ceva. Imaginați-vă că scrieți un tratat despre cai (pentru niște oameni care nu au văzut niciodată un cal), care începe nu cu noțiunea de „cal", ci cu aceea de „automobil", bazată pe experiența directă a cititorilor în materie de automobile. Continuă să trateze despre cai, referindu-se la aceștia întotdeauna ca la niște „automobile fără roți", explicând cititorilor foarte automobilizați toate aspectele de diferențiere. .În loc de roți, automobilele fără roți și-au mărit unghiile de la picioare numite copite; în loc de faruri, ochi; în loc de vopsea lăcuită, ceva numit păr; în loc de benzină drept combustibil, fân, și așa mai departe. În cele din urmă, caii sunt doar ceea ce nu sunt.

Atunci când vine vorba despre înțelegerea trecutului preliterat, noi, oamenii moderni, suntem iremediabil automobilizați. Cuvântul scris este mecanismul prin care noi știm ceea ce știm. El organizează gândirea noastră. Putem dori să înțelegem nașterea alfabetizării atât din punct de vedere istoric,

cât şi logic, însă istoria şi logica sunt ele însele produse ale gândirii literate.

Ca tehnologie, scrisul solicită premeditare şi o iscusinţă specială. Limba nu este o tehnologie, indiferent cât de bine dezvoltată şi de eficace. Nu e cel mai bine privită drept ceva separat de minte; ea este ceea ce face mintea. „De fapt, limba întreţine cu conceptul de gândire aceeaşi relaţie ca şi aceea dintre legislaţie şi conceptul de parlament", spune Jonathan Miller: „Este o competenţă mereu întrupându-se într-o serie de prestaţii concrete".[6] În mare măsură, se poate spune acelaşi lucru despre scriere – este o prestaţie concretă –, însă, atunci când cuvântul este materializat pe hârtie sau în piatră, el capătă o existenţă separată, devenind ceva artificial. Este un produs al unor unelte şi este o unealtă. Şi, asemenea multor tehnologii care l-au urmat, prin aceasta i-a inspirat de îndată pe detractorii săi.

Un surprinzător luddit* a fost, de asemenea, unul dintre beneficiarii pe termen lung. Platon (purtător de cuvânt al nonscriitorului Socrate) avertiza că această tehnologie însemna o sărăcire:

> Căci această invenţie va aduce uitarea în minţile celor care învaţă să o folosească, întrucât ei nu-şi vor exersa memoria. Încrederea lor în cele scrise, produsă de nişte litere exterioare, ce nu fac parte din ei, va descuraja folosirea propriei lor memorii, care se află în ei. Tu ai inventat un elixir nu al memoriei, ci al reamintirii; şi le oferi elevilor tăi aparenţa înţelepciunii, nu adevărata înţelepciune.[7]

---

* Cunoscută după numele fondatorului său, Ned Ludd, mişcarea luddită a fost un şir de proteste, adesea violente, ale muncitorilor din manufacturile textile din Anglia începutului de secol al XIX-lea împotriva mecanizării de la începutul Revoluţiei Industriale. Ameninţaţi cu şomajul, textiliştii luddiţi s-au împotrivit progresului tehnic, distrugând războaiele de ţesut mecanice, pe cale de a-i lăsa pe drumuri. Generic, termenul „luddit" a căpătat semnificaţia de ins conservator, care se opune violent inovaţiei şi avansului tehnologic (n.t.).

Litere exterioare, ce nu fac parte din ei – acesta era necazul. Cuvântul scris părea nesincer. Surogate zgâriate pe papirus sau în lut erau abstract sustrase din real, sunetul liber curgător al limbii, intim asociată cu gândirea, până într-atât încât să pară vecină cu ea. Scrierea părea să îndepărteze cunoașterea de persoană, să depună memoriile oamenilor într-o magazie. De asemenea, ea separa vorbitorul de ascultător, prin atât de multe mile sau prin atâția ani. Cele mai profunde consecințe ale scrierii, pentru individ și pentru cultură, puteau fi cu greu anticipate, dar până și Platon a putut să vadă o parte din forța acestei separări. Morții vorbeau viilor, viii celor nenăscuți. După cum a spus McLuhan: „Două mii de ani de cultură manuscrisă se așterneau în fața lumii apusene atunci când Platon făcea această remarcă".[8] Forța acestei prime memorii artificiale era incalculabilă: avea să restructureze gândirea, să dea naștere istoriei. Este încă incalculabilă, deși o statistică ne dă o sugestie: în vreme ce vocabularul total al oricărei limbi orale numără câteva mii de cuvinte, o singură limbă, în care s-a scris cel mai mult, engleza, posedă un vocabular documentat ce trece bine de un milion de cuvinte, un corp ce sporește cu mii de termeni anual. Aceste cuvinte nu există numai în prezent. Fiecare cuvânt are o proveniență și o istorie care se topesc în viața lui de astăzi.

Prin cuvinte începem să lăsăm după noi semne, ca niște firimituri de pâine: amintiri în simboluri, pe care alții să le urmeze. Furnicile își depun feromonii, urme de informație chimică; Tezeu a deșirat firul Ariadnei. Acum, oamenii lasă în urma lor mărturii de hârtie. Înainte de scriere, comunicarea era evanescentă și locală; sunetele străbat câțiva metri și se sting în uitare. Dispariția cuvântului vorbit era de la sine înțeleasă. Vorbirea era atât de efemeră, încât rarul fenomen al ecoului, un sunet auzit o dată și încă o dată, părea un soi de

magie. „Pentru acest miraculos ricoşeu al vocii, grecii aveau un nume frumos şi îi spuneau Echo", scria Pliniu.[9] „Simbolul vorbit", după cum observa Samuel Butler, „piere instantaneu fără urme materiale şi, dacă vieţuieşte cât de cât, aceasta se întâmplă numai în minţile celor care l-au auzit". Butler putea să enunţe acest adevăr tocmai când era pe cale să fie infirmat pentru prima oară, la sfârşitul secolului al XIX-lea, de apariţia tehnologiilor electrice de captare a vorbirii. Tocmai pentru că nu mai era pe deplin adevărat, acest fapt a putut să fie sesizat cu claritate. Butler a completat deosebirea: „Simbolul scris se întinde la infinit, în ceea ce priveşte timpul şi spaţiul, sfera în care o minte poate să comunice cu alta; el dă minţii scriitorului o viaţă limitată de durata cernelii, a hârtiei şi a cititorilor, în contrast cu cea a trupului său în carne şi oase".[10]

Dar noul canal [de comunicaţie] face mai mult decât să extindă canalul precedent. El face posibilă reutilizarea şi rearanjarea celor păstrate în memorie – modalităţi noi. El permite întregi noi arhitecturi ale informaţiei. Printre ele se numără istoria, dreptul, afacerile, matematica şi logica. Dincolo de conţinutul lor, aceste categorii reprezintă tehnici noi. Forţa se află nu doar în cunoaştere, conservată şi transmisă mai departe, oricât de valoroasă, ci şi în metodologie: indicaţii codificate vizual, actul de transfer, substituind lucrurile prin semne. Şi apoi, mai târziu, semnele prin semne.

Oamenii din paleolitic au început acum cel puţin 30 000 de ani să scrijelească şi să picteze forme ce aminteau ochiului imagini de cai, peşti şi vânători. Aceste semne în lut sau pe pereţii peşterilor aveau scopuri artistice sau magice, iar istoricii sunt reticenţi în a le numi scriere, însă ele au început să înregistreze stări sufleteşti în medii externe. Într-un mod dife-

rit, noduri de frânghie şi crestături în beţe slujeau drept ajutoare ale memoriei. Acestea puteau fi transportate ca mesaje. Semne în ceramica folosită în olărit sau în materiale de construcţii puteau să indice proprietatea. Însemne, imagini, pictograme, petroglife – pe măsură ce aceste forme au devenit stilizate, convenţionale şi, astfel, tot mai abstracte, s-au apropiat de ceea ce noi înţelegem prin scriere, dar încă o tranziţie era decisivă, de la reprezentarea lucrurilor la reprezentarea limbii vorbite: adică o reprezentare strămutată de două ori. Există o progresie de la pictografic, *scrierea imaginii*, la ideografic, *scrierea ideii*, şi apoi spre logografic, *scrierea cuvântului*.

Scrierea chineză a început această tranziţie undeva în urmă cu 4 500 – 8 000 de ani: semne care au început ca imagini au ajuns să reprezinte unităţi sonore cu sens. Deoarece unitatea de bază era cuvântul, erau necesare mii de simboluri distincte. Este eficient într-o privinţă, ineficient în alta. Chineza unifică o mulţime de limbi vorbite diferite: oameni care nu-şi pot vorbi unii altora pot să scrie unii pentru alţii. Ea foloseşte cel puţin cincizeci de mii de simboluri, cam şase mii uzuale şi cunoscute de majoritatea chinezilor care ştiu să scrie. Prin rapide trăsături diagramatice, ei codifică relaţii semantice multidimensionale. Un procedeu este simpla repetiţie: *copac + copac + copac = pădure*; mai abstract, *soare + lună = strălucire* şi *est + est = oriunde*. Procesul de compunere dă naştere unor suprize: *bob + cuţit = profit*; *mână + ochi = chip*. Caracterele îşi pot schimba înţelesul prin reorientarea elementelor lor: de la *copil* la *naştere* şi de la *om* la *cadavru*. Unele elemente sunt fonetice; unele sunt chiar calambururi. În totalitate, este cel mai bogat şi cel mai complex sistem de scriere pe care l-a elaborat vreodată omenirea. Analizând scrierile pornind de la cât de multe simboluri sunt necesare şi câtă semnificaţie poartă fiecare simbol individual, chineza a devenit un caz extrem: cel mai cuprinzător set

de simboluri şi, individual, cel mai plin de semnificaţie. Sistemele de scriere pot urma căi alternative: mai puţine simboluri, fiecare purtând mai puţină informaţie. Un stadiu intermediar este silabarul, un sistem de scriere fonetică ce foloseşte caractere individuale pentru a reprezenta silabe, care pot să aibă sau nu semnificaţie. Câteva sute de caractere pot servi o limbă.

Sistemul de scriere aflat la extrema opusă a avut nevoie de cel mai îndelungat timp până să apară: alfabetul, câte un simbol pentru un sunet minimal. Alfabetul este cel mai reducţionist, cel mai subversiv dintre toate formele de scriere.

În toate limbile pământului există numai un singur cuvânt pentru *alfabet* (*alphabet*, *alfabeto*, алфавит, αλφάβητο). Alfabetul a fost inventat o singură dată. Toate alfabetele cunoscute, folosite astăzi sau dezgropate, scrise pe tăbliţe de lut şi în piatră, descind din acelaşi strămoş originar, care s-a născut lângă litoralul estic al Mării Mediterane, cândva nu mult înainte de 1500 î.Hr., într-o regiune care a devenit o răscruce culturală politic instabilă, acoperind Palestina, Fenicia şi Asiria. Spre est se afla marea civilizaţie din Mesopotamia, cu scrierea sa cuneiformă având deja o vechime de un mileniu; în josul ţărmului, spre sud-vest se întindea Egiptul, unde hieroglifele s-au dezvoltat simultan şi independent. Negustorii călătoreau, de asemenea, din Cipru şi Creta, aducând cu ei sistemele lor incompatibile. Laolaltă cu hieroglifele celor din Minos, ale hitiţilor şi anatolienilor, făceau o tocană simbolică. Castele preoţeşti conducătoare aveau interese legate de sistemele lor de scriere. Cine poseda înscrisurile era stăpânul legilor şi al riturilor. Însă autoconservarea trebuia să concureze cu dorinţa de comunicare rapidă. Tipurile de scriere erau conservatoare; noua tehnologie era pragmatică. Un sistem simbolic minimal, cu numai douăzeci şi două de semne, a fost inovaţia popoare-

lor semitice din sau de lângă Palestina. Savanţii indică în mod firesc Kiriath-sepher, traductibil prin „oraşul cărţii", şi Byblos, „oraşul papirusului", dar nimeni nu ştie cu precizie şi nimeni nu poate şti. Paleograful are o unică problemă de încărcare a sistemului de operare. Numai scrierea face posibilă propria ei istorie. Cea mai proeminentă autoritate din secolul XX în materie de alfabet, David Diringer, cita un savant de dinaintea lui: „Nu a existat un om care să fi putut să se aşeze şi să spună: «Acum voi fi primul om care scrie»."[11]

Alfabetul s-a răspândit prin contagiune. Noua tehnologie era atât virusul, cât şi vectorul de transmitere. Nu putea fi monopolizat şi nu putea fi suprimat. Până şi copiii puteau să înveţe acele câteva litere, uşurele şi fără încărcătură semantică. Trasee divergente au condus la alfabetele lumii arabe şi la cele din nordul Africii; la cel ebraic şi la cel fenician; peste Asia Centrală, la Brahmi şi la scrierile indiene înrudite; şi la cel din Grecia. Noua civilizaţie care se năştea acolo a dus alfabetul la un grad înalt de perfecţiune. Printre altele, a fost urmat de alfabetul latin şi de cel chirilic.

Grecia nu avusese nevoie de alfabet ca să creeze o literatură – fapt pe care savanţii l-au înţeles cu invidie, începând cu anii 1930. S-a întâmplat atunci când Milman Parry, un lingvist structuralist care a studiat tradiţia vie a poeziei epice orale din Bosnia şi Herţegovina, a susţinut că *Iliada* şi *Odiseea* nu numai că e posibil să fi fost compuse şi cântate fără folosirea scrierii, ci cu siguranţă aşa s-a întâmplat. Metrica, redundanţa unor formule, de fapt însăşi poezia marilor opere serveau, în primul rând şi mai presus de orice, să ajute memoriei. Forţa sa incantatorie făcea din vers o capsulă a timpului, capabilă să transmită o enciclopedie virtuală a culturii de-a lungul generaţiilor. Argumentele sale au fost la început controversate şi apoi copleşitor de convingătoare – dar numai pentru că poemele *au fost* scrise, cândva în secolul al VI-lea sau al VII-lea î.Hr.

Acest act – transcrierea epopeilor homerice – a avut ecou de-a lungul timpului. „A fost ca un fulger în istoria omenirii, prin care subiectivitatea familiarității a fost convertită în foșnetul foilor de hârtie pe un pupitru", a spus Eric Havelock, un clasicist britanic care l-a urmat pe Parry. „A reprezentat o intruziune în sfera culturii, cu rezultate ce s-au dovedit ireversibile. A pus bazele destructurării modului oral de viață și de gândire."[12]

Transcrierea lui Homer a convertit această mare poezie într-un nou mediu și a făcut din ea ceva neplanificat: de la un șir efemer de cuvinte create de fiecare dată din nou de către rapsod și dispărând apoi, chiar dacă aveau ecou în urechile ascultătorului, la un vers fix, însă transportabil, pe o coală de papirus. Dacă acest mod alienat, uscat era potrivit pentru creația poeziei și a cântecului rămânea de văzut. Între timp, cuvântul scris a fost de ajutor unor forme de discurs ceva mai lumești: cereri adresate zeilor, texte de lege și acorduri economice. Scrisul a dat naștere, de asemenea, discursului despre discurs. Textele scrise au devenit obiecte ale unui tip nou de interes.

Dar cum să vorbească cineva despre ele? Cuvintele care să descrie elementele acestui discurs nu existau în vocabularul lui Homer. Limbajul unei culturi orale trebuia să fie turnat în forme noi; astfel, s-a născut un nou vocabular. Poemele erau văzute ca având o *topică* – cuvântul însemnând, anterior, „loc". Ele aveau o *structură*, prin analogie cu construcțiile. Erau alcătuite din *intrigă* și *stil*. Aristotel putea acum să vadă lucrările barzilor ca pe niște „reprezentări ale vieții", născute din impulsul natural spre imitație, care începe în copilărie. Dar el mai trebuia să explice și alte scrieri cu scopuri diferite – dialogurile socratice, de exemplu, și tratatele medicale sau științifice – și acel tip general de lucrări, printre care, probabil, și ale sale, „se întâmplă, până în zilele noastre, să nu aibă niciun nume".[13]

Havelock l-a descris ca pe un război cultural, o nouă conștiință și un nou limbaj războindu-se cu vechea conștiință și cu vechiul limbaj: „Conflictul dintre ele a avut contribuții esențiale și permanente la vocabularul întregii gândiri abstracte. Corp și spațiu, materie și mișcare, permanență și schimbare, calitate și cantitate, combinare și separare se numără printre casele de schimb ale monedei curente acum în circulație".[14]

Însuși Aristotel, fiu al medicului regelui din Macedonia și gânditor pasionat, organizat, a încercat să sistematizeze cunoașterea. Durabilitatea scrisului a făcut cu putință structurarea a ceea ce se știa despre lume și, apoi, a ceea ce se cunoștea despre cunoaștere. De îndată ce un om putea să scrie niște cuvinte, să le examineze, să le revadă a doua zi și să cerceteze înțelesul lor, acela devenea un filosof, și filosoful a început cu o tăbliță goală și cu un vast proiect de definire ce trebuia să fie întreprins. Cunoașterea putea să înceapă a se înălța din sistemul de operare. Pentru Aristotel, cele mai elementare noțiuni meritau să fie consemnate și era necesar să fie înregistrate:

> Un început este ceea ce nu urmează cu necesitate din orice altceva, ci un al doilea lucru există sau are loc în mod natural după el. Invers, un *sfârșit* este ceea ce natural urmează după ceva diferit, fie cu necesitate sau în general, dar nu mai există nimic după el. Un *mijloc* este ceea vine după ceva diferit și un alt lucru vine după el.[15]

Acestea sunt afirmații nu despre experiență, ci despre utilizările limbajului pentru a structura experiența. În același mod, grecii au creat *categorii* (originar, acest cuvânt însemna „acuzații" sau „predicții") ca mijloc de clasificare a unor specii de animale, insecte și pești. În schimb, ei puteau acum să clasifice idei. Acesta a fost un mod de gândire radical și diferit.

Platon a avertizat că el putea să fie respingător pentru majoritatea oamenilor:

> Mulțimea nu poate să accepte ideea de frumusețe în sine mai degrabă decât multe lucruri frumoase, nici orice ar fi conceput în esența sa în loc de numeroase lucruri particulare. Astfel, mulțimea nu poate să fie filosofică.[16]

Prin „mulțime" putem să înțelegem „analfabeți". Ei „se pierd și rătăcesc prin multiplicitatea lucrurilor variate", declara Platon, privind înapoi către cultura orală ce încă îl înconjura. „Ei nu au niciun model viu în sufletele lor."[17]

Și ce era acel model viu? Havelock s-a concentrat asupra procesului de convertire mentală de la o „proză narativă" la o „proză de idei"; organizarea experienței în termeni categoriali mai degrabă decât în funcție de evenimente; adoptarea disciplinei abstracțiunilor. El avea în minte un cuvânt pentru acest proces, iar cuvântul era *gândire*. Aceasta a fost descoperirea, nu numai a sinelui, ci a *gândirii* sinelui – de fapt, adevăratul început al conștiinței.

În lumea noastră de alfabetizare înrădăcinată, gândirea și scrierea abia dacă par niște activități corelate. Noi ne-o putem imagina pe cea de-a doua ca fiind dependentă de prima, dar, cu siguranță, nu și invers: oricine gândește, fie că scrie sau nu. Dar Havelock avea dreptate. Cuvântul scris – cuvântul durabil – a fost o premisă necesară a gândului conștient așa cum îl înțelegem noi. A fost declanșatorul unei schimbări de ansamblu și ireversibile a psihicului omenesc – *psyche* fiind cuvântul preferat de Socrate/Platon, pe care s-au străduit să-l înțeleagă. Platon, după cum o spune Havelock,

> încearcă pentru prima oară în istorie să identifice acest grup de calități mentale generale și caută un termen cu care să-l denumească satisfăcător, încadrându-l într-un tip unic. . . .El a fost cel care l-a prefigurat și l-a identificat corect. Prin aceasta, el a confirmat și, să spunem așa, a bătut în cuie bănuielile generației precedente ce și-a căutat calea spre *ideea* care se poate „gândi" și spre înțelegerea faptului că gândirea era un gen foarte special de activitate psihică, foarte inconfortabil, dar totodată și foarte incitant, și unul care solicita un mod foarte nou de folosire a limbii grecești.[18]

Făcând un pas mai departe pe calea abstractizării, Aristotel a desfășurat categoriile și relațiile într-o ordine rigidă pentru a dezvolta un simbolism al argumentării raționale: logica – de la *λόγος, logos*, nu-tocmai-traductibilul cuvânt din care provin atât de multe, însemnând „vorbire", „rațiune", „discurs" sau, în cele din urmă, „cuvânt".

Se poate imagina existența logicii independentă de scriere – silogismele pot fi la fel de bine vorbite sau scrise –, dar nu este așa. Vorbirea este prea efemeră pentru a permite analiza. Logica descinde din cuvântul scris, în Grecia tot atât cât și în India sau China, unde s-a dezvoltat în mod independent.[19] Logica transformă actul de abstractizare într-un instrument de determinare a ceea ce este adevărat și a ceea ce este fals: adevărul poate fi descoperit numai în cuvinte, separate de experiența concretă. Logica își capătă forma prin înlănțuiri: secvențe ale căror membri se leagă unul de altul. Concluziile urmează din premise. Acestea solicită un grad de constanță. Ele nu au forță decât dacă oamenii pot să le examineze și să le evalueze. În contrast, o narațiune orală se dezvoltă prin adăugire, cuvintele defilând prin fața unui receptor, prezente pentru scurt timp și duse apoi, interacționând prin intermediul memoriei și asociației. La Homer nu există silogisme. Experiența este

ordonată în funcție de evenimente, nu de categorii. Numai odată cu scrierea structura narativă ajunge să încorporeze argumente susținute rațional. Aristotel a pășit la un alt nivel, privind studiul acestor argumente – nu numai utilizarea argumentului, ci studierea lui – ca pe un instrument. Logica lui exprimă o progresivă conștiință de sine a cuvintelor din care sunt alcătuite argumentele. Atunci când desfășoară premise și concluzii – *Dacă nu este posibil pentru niciun om să fie cal, nu este, de asemenea, admisibil pentru niciun cal să fie om; și dacă nu este admisibil pentru niciun veșmânt să fie alb, nu este, de asemenea, admisibil pentru nimic alb să fie veșmânt. Pentru că, dacă orice lucru alb trebuie să fie un veșmânt, atunci unele veșminte vor fi în mod necesar albe*[20] –, el nici nu cere, nici nu implică vreo experiență personală a cailor, veșmintelor sau culorilor. El a ieșit din acel domeniu. Și, totuși, el pretinde ca, prin manipularea cuvintelor, să creeze totuși cunoaștere, și încă o ramură superioară a cunoașterii.

„Știm că logica formală este invenția culturii grecești după ce aceasta a interiorizat tehnologia scrierii alfabetice", spune Walter Ong – e tot atât de adevărat în ceea ce privește India și China –, „și astfel a făcut o componentă permanentă a resurselor sale noetice din acel gen de gândire pe care scrierea alfabetică a făcut-o posibilă".[21] Pentru dovezi, Ong se îndreaptă spre domeniul de activitate al psihologului Aleksandr Romanovich Luria, care a studiat popoarele analfabete din îndepărtatele regiuni Uzbekistan și Kârgâzstan din Asia Centrală a anilor 1930. Luria a descoperit diferențe izbitoare între subiecții analfabeți și cei chiar puțin știutori de carte, nu în ceea ce privește ceea ce ei știau, ci modul cum gândeau.[22] Logica implică direct simbolismul: lucrurile sunt membri ai unor clase; ele posedă calități, care sunt abstractizate și generalizate. Indivizii orali erau lipsiți de categoriile care devin o

a doua natură chiar și pentru indivizii analfabeți din culturile literate: de exemplu, pentru formele geometrice. Fiindu-le arătate desene cu cercuri și pătrate, ei le-au numit „farfurie, ciur, găleată, ceas sau lună", respectiv „oglindă, ușă, casă, masă de uscat caise". Ei nu puteau, sau nu erau dispuși, să accepte silogisme logice. O întrebare tipică:

> În Nordul Îndepărtat, unde este zăpadă, toți urșii sunt albi.
> Novaya Zemlea este în Nordul Îndepărtat și acolo este zăpadă tot timpul.
> Ce culoare are ursul?

Răspuns tipic: „Nu știu. Eu am văzut un urs negru. Alții nu am văzut. . . .Fiecare localitate are propriile ei animale".

În contrast, un om care tocmai învățase să scrie și să citească răspunde: „Potrivit spuselor tale, toți ar trebui să fie albi". Potrivit spuselor tale – în acea frază, s-a trecut la alt nivel. Informația a fost detașată de orice persoană, desprinsă de experiența vorbitorului. Acum ea trăiește în cuvinte, mici module de supraviețuire. Cuvintele vorbite poartă și ele informații, dar nu cu acea conștiință de sine pe care o aduce scrierea. Oamenii alfabetizați iau de bună propria lor conștientizare a cuvintelor, împreună cu ordinea mașinăriei legate de cuvinte: clasificarea, referința, definiția. Înainte de alfabetizare, nu există nimic evident în legătură cu astfel de tehnici. „Încearcă să-mi explici ce este un copac", spune Luria, iar un țăran îi răspunde: „De ce? Toți știu ce este un copac, nu au nevoie să le spun eu".

„În esență, acel țăran avea dreptate", comentează Ong. „Nu există nicio cale de a respinge lumea oralității primare. Tot ceea ce poți face este să ieși din ea mergând spre alfabetizare."[23]

Este un drum întortocheat de la lucruri spre cuvinte, de la cuvinte spre categorii, de la categorii spre metaforă și logică. Oricât de nenatural părea să definești *copacul*, era încă și mai complicat să definești *cuvântul*, iar cuvinte ajutătoare precum *a defini* nu erau la început disponibile, întrucât nu fusese niciodată nevoie de ele. „În copilăria logicii, o formă de gândire trebuia să fie inventată înainte de a fi umplută cu conținut", spunea Benjamin Jowett, traducătorul lui Aristotel din secolul al XIX-lea.[24] Limbile vorbite aveau nevoie să evolueze în continuare.

Limba și raționamentul se potriveau atât de bine, încât utilizatorii lor nu puteau întotdeauna să vadă defectele și lacunele. Și totuși, de îndată ce orice cultură inventa logica, apăreau paradoxurile. În China, aproape contemporan cu Aristotel, filosoful Gongsun Long a prins câteva dintre acestea în forma unui dialog, cunoscut drept „Când un cal alb nu este cal". A fost scris pe fâșii de bambus, legate cu sfori, înainte de inventarea hârtiei. El începe așa:

> *Se poate ca un cal alb să nu fie cal?*
> Se poate.
> *Cum?*
> „Cal" este ceva prin intermediul căruia se numește forma. „Alb" este ceva prin intermediul căruia se numește culoarea. Ceea ce numește culoarea nu este ceea ce numește forma. Prin urmare, spun că un cal alb nu este cal.[25]

La suprafață, este ceva insondabil. Începe prin a aduce în centrul atenției o afirmație despre limbaj și logică. Gongsun Long era membru al Mingja, Școala Numelor, iar adâncirea lui în aceste paradoxuri făcea parte din ceea ce istoricii chinezi numesc „criza limbajului", o dispută privind natura limbii.

Clasele nu sunt coextensive cu subclasele. Astfel, inferențe aparent nevinovate deraiază: „Unui om îi displac caii albi" nu implică propoziția „Unui om îi displac caii".

> Gândești că acei cai care sunt colorați nu sunt cai. În lume, nu se întâmplă să existe cai fără culoare. Se poate să nu existe cai în lume?

Filosoful face lumină asupra procesului de abstractizare în clase pe bază de proprietăți: culoare albă; condiția de cal.* Fac parte aceste clase din realitate, sau ele există numai în limbaj?

> Caii au, desigur, culoare. Prin urmare, există cai albi. În cazul în care caii n-ar avea culoare, nu ar fi cai, și atunci cum se poate alege un cal alb? Un cal alb este cal și alb. Un cal și ceva alb sunt diferite. Așadar, spun că un cal alb nu este cal.

Peste două milenii, filosofii continuă să se căznească cu aceste texte. Căile logicii în gândirea modernă sunt contorsionate, frânte și complicate. De vreme ce paradoxurile par a fi în limbaj sau legate de limbaj, un mod de a scăpa de ele era purificarea acestui medium: să se elimine cuvintele ambigue și sintaxa lânoasă, să se utilizeze simboluri riguroase și pure. Adică să se transforme în matematică. La începutul secolului XX, se părea că numai un sistem construit deliberat din simboluri ar putea face ca logica să funcționeze așa cum trebuie – fără eroare și paradoxuri. Acest vis s-a dovedit a fi unul iluzoriu: paradoxurile aveau să se strecoare înapoi, dar nimeni

---

* În original: *whiteness; horsiness* – „albeața" și „cabalinitatea"; ne reîntâlnim cu problema semnalată la începutul acestui capitol (n.t.).

nu putea spera să înțeleagă acest lucru până când drumurile logicii și ale matematicii aveau să devină convergente.

Matematica, de asemenea, a fost o urmare a inventării scrierii. Grecia este adesea considerată izvorul râului care devine matematica modernă, cu toți numeroșii săi afluenți de-a lungul secolelor. Însă grecii înșiși făceau aluzii la o altă tradiție – antică, pentru ei – pe care o numeau caldeeană și pe care noi o înțelegem a fi cea babiloniană. Acea tradiție a dispărut în nisipuri, nescoasă la suprafață până la sfârșitul secolului al XIX-lea, când tăblițele de lut au fost dezgropate din colinele orașelor pierdute.

La început au fost câteva, apoi mii de tăbliță, în mod tipic de mărimea unei mâini de om, gravate cu o scriere deosebită, ascuțită, colțuroasă, numită cuneiformă, „săpată cu icul". Cuneiforma matură nu era nici pictografică (simbolurile erau vagi și abstracte), nici alfabetică (erau de departe prea numeroase). În 3 000 î.Hr., un sistem cu aproximativ șapte sute de simboluri a înflorit la Uruk, orașul împrejmuit de ziduri, probabil cel mai mare din lume, căminul regelui-erou Ghilgameș, în mlaștinile aluvionare de lângă fluviul Eufrat. Arheologii germani au făcut săpături la Uruk, într-o serie de mai multe excavații, de-a lungul secolului XX. Materialele pentru această cea mai veche tehnologie a informației se găseau din belșug. Cu niște lut umed ținut într-o mână și cu un stil ascuțit de trestie în cealaltă, un scrib putea să imprime mici caractere în coloane și pe rânduri.

O tăbliță cuneiformă

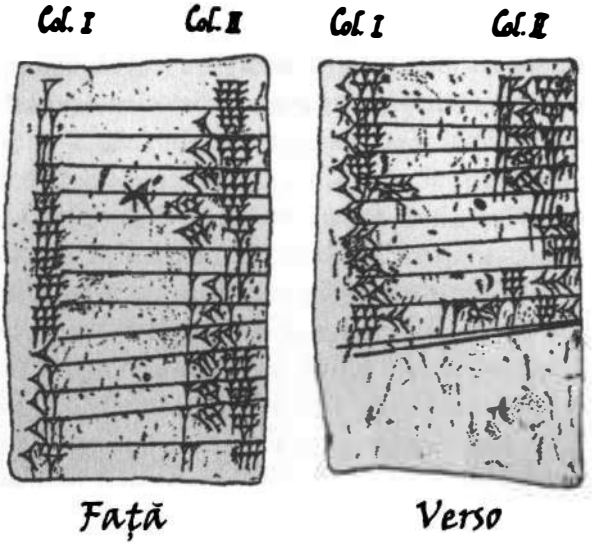
Rezultatul: mesaje criptice din partea unei culturi străine. A fost nevoie de generații pentru a fi descifrate. „Scrierea, ca o cortină de teatru ridicându-se de peste aceste civilizații orbitoare, ne permite să le privim în mod direct, deși imperfect", scrie psihologul Julian Jaynes.[27] Unii europeni au avut la început niște bănuieli. „Asirienilor, chaldeenilor și egiptenilor", scria în secolul al XVII-lea teologul Thomas Sprat, „le datorăm invenția", dar totodată și „corupția cunoașterii", atunci când au ascuns-o cu scrierile lor bizare. „Era în obiceiul înțelepților lor să-și învăluie observațiile asupra naturii și asupra modului de viață al oamenilor în umbrele întunecate ale *hieroglifelor*"[28] (ca și cum antici mai prietenoși folosiseră un alfabet mai familiar lui Sprat). Cele mai timpurii exemple de cuneiforme i-au derutat cel mai mult timp pe arheologi și paleolingviști deoarece prima limbă scrisă, sumeriana, nu a lăsat nicio altă urmă în cultură sau în vorbire. Sumeriana s-a arătat a fi o raritate lingvistică, izolată, fără descendente cunoscute. Când savanții au reușit să citească tăblițele din Uruk, au găsit că erau, în felul lor, banale: documente civile, contracte și legi, chitanțe și note de plată pentru orz, vite, ulei, rogojini și articole de olărit. Nimic de genul poeziei sau literaturii nu a apărut în cuneiforme timp de sute de ani. Tăblițele erau martorele cotidiene ale nașterii comer-

ţului şi birocraţiei. Tăbliţele nu doar înregistrau comerţul şi birocraţia, ci, în primul rând, le făceau posibile.

Chiar pe atunci, cuneiformele conţineau semne pentru socotit şi măsurat. Diferite caractere, folosite în diferite chipuri, puteau să indice numere şi greutăţi. O abordare mai sistematică a scrierii numerelor nu a prins formă până pe vremea lui Hammurabi, 1750 î.Hr., când Mesopotamia a fost unificată în jurul marelui oraş Babilon. Hammurabi însuşi a fost probabil primul rege literat, scriindu-şi propriile cuneiforme fără să depindă de scribi, iar crearea imperiului său a demonstrat legătura dintre scriere şi controlul social. „Acest proces de cucerire şi influenţă devine posibil prin litere, tăbliţe şi stele funerare într-o abundenţă nemaicunoscută înainte", declară Jaynes. „Scrierea era o nouă metodă de conducere civilă, realmente modelul care inaugurează propriul nostru guvernământ bazat pe comunicare prin documente."[28]

Scrierea numerelor evoluase într-un sistem complicat. Numerele erau compuse din numai două părţi elementare, un cui vertical pentru 1 (𒁹) şi un cui unghiular pentru 10 (𒌋). Acestea erau combinate pentru a forma caracterele standard, astfel încât 𒐗 reprezenta 3 şi 𒌋𒐘 reprezenta 16, şi aşa mai departe. Dar sistemul babilonian nu era zecimal, în baza 10; era sexazecimal, în baza 60. Fiecare dintre numeralele de la 1 la 60 avea propriul său caracter. Pentru formarea numerelor mari, babilonienii foloseau poziţionarea numerelor: 𒁹 𒌋 era 70 (un 60 plus 10 de 1); 𒁹 𒌋𒐘 era 616 (zece de 60 plus şaisprezece de 1), şi aşa mai departe. Nimic din toate acestea nu era clar atunci când tăbliţele au început să iasă la suprafaţă. O temă de bază cu variaţiuni, întâlnită de multe ori, s-au dovedit a fi tablele înmulţirii. Într-un sistem sexazecimal, trebuia ca acestea să cuprindă numerele de la 1 la 19, precum şi 20, 30, 40 şi 50. Încă şi mai dificil de descifrat erau tablele de numere inver-

se, care făceau posibile împărţirea şi numerele fracţionare: în sistemul în baza 60, inversele erau 2:30, 3:20, 4:15, 5:12 . . .Şi apoi, folosind extrapoziţionarea, 8:7,30, 9:6,40, şi aşa mai departe.*



O tabelă matematică pe o tăbliţă cuneiformă
analizată de către Asger Aaboe

Aceste simboluri nu erau propriu-zis cuvinte – sau erau cuvinte de un gen aparte, sărac şi rigid. Ele păreau să se aranjeze singure în modele vizibile în lut, repetitive, aproape artistice, deloc asemănătoare cu orice fel de proză sau poezie întâlnite de către arheologi. Erau ca nişte hărţi ale unui oraş

* Se obişnuieşte să se scrie un număr cuneiform cu două poziţii cu o virgulă – cum ar fi „7,30". Dar scribii nu foloseau o atare punctuaţie şi, de fapt, notaţia lor lăsa valorile poziţionale nedefinite; adică numerele lor erau ceea ce noi am numi „virgulă flotantă". Un număr cu două poziţii, precum 7,30, putea fi 450 (şapte de 60 + treizeci de 1) sau 7½ (şapte de 1 + treizeci de 1/60) (n.a.).

misterios. Aceasta a fost cheia descifrării lor, în cele din urmă: haosul ordonat care părea să garanteze prezența sensului. Oricum, părea o sarcină pentru matematicieni și, până la urmă, a fost. Ei au recunoscut progresii geometrice, tabele de puteri și chiar instrucțiuni pentru calculul rădăcinilor pătratice și cubice. Familiarizați cu nașterea matematicii un mileniu mai târziu în Grecia antică, acești savanți au fost uimiți de lărgimea și de adâncimea cunoașterii matematice care a existat anterior în Mesopotamia. „S-a presupus că babilonienii avuseseră un fel de misticism al numărului sau numerologie", scria Asger Aaboe în 1963, „însă acum știm cât de departe de adevăr era această presupunere"".[30] Babilonienii calculau ecuații liniare, ecuații pătratice și numere pitagoreice mult timp înainte de Pitagora. În contrast cu matematica elină ce a urmat-o, matematica babiloniană nu punea accent pe geometrie, exceptând problemele practice; babilonienii calculau arii și perimetre, însă nu au demonstrat teoreme. Și, totuși, puteau (de fapt) să reducă polinoame complicate de ordin secund. Matematica lor părea să acorde valoare puterii de calcul mai presus de toate.

Acest fapt nu putea să fie apreciat până când puterea de calcul a început să însemne ceva. În momentul în care matematicienii moderni și-au îndreptat atenția spre Babilon, numeroase tăblițe importante fuseseră deja distruse sau risipite. Fragmente recuperate la Uruk înainte de 1914, de exemplu, erau împrăștiate pe la Berlin, Paris sau Chicago și abia peste cincizeci de ani s-a descoperit că ele conțineau metodele incipiente ale astronomiei. Pentru a demonstra acest lucru, Otto Neugebauer, cel mai important istoric al matematicii antice din secolul XX, a trebuit să reasambleze tăblițe ale căror fragmente se găseau de o parte și de alta a Oceanului Atlantic. În 1949, când numărul tăbliței cuneiforme găzduite în muzee a atins (potrivit estimării sale aproximative) o jumătate de

milion, Neugebauer se lamenta: „Sarcina noastră poate fi, prin urmare, pe drept cuvânt, comparată cu reconstituirea istoriei matematicii din câteva pagini rupte, care au supraviețuit întâmplător distrugerii unei mari biblioteci".[31]

În 1972, Donald Knuth, unul dintre primii informaticieni de la Stanford, a cercetat resturile unei vechi tăblițe babiloniene, de mărimea unei cărți obișnuite, jumătate aflându-se la British Museum din Londra, un sfert la Staatliche Museum din Berlin, restul lipsind, și a văzut ceea ce, în mod anacronic, nu putea să descrie altfel decât ca un algoritm:

> Un bazin.
> Înălțimea este de 3,20 și a fost excavat un volum de 27,46,40.
> Lungimea depășește lățimea cu 50.
> Poți lua reciproca înălțimii, 3,20, și se obține 18.
> Se înmulțește aceasta cu volumul, 27, 46, 40 și se obține 8,20.
> Se ia jumătate din 50 și se ridică la pătrat, obținându-se 10,25.
> Se adună 8,20 și se obține 8,30,25.
> Rădăcina pătrată este 2,55.
> Se fac două copii după aceasta, adunând la una și scăzând din cealaltă.
> Găsești că 3,20 este lungimea și 2,30 este lățimea.
> Aceasta este procedura.[32]

„Aceasta este procedura" era o încheiere standard, ca o binecuvântare, și pentru Knuth înmiresmată cu sens. La Luvru a găsit o „procedură" care i-a adus aminte de un program piramidal de pe un Burroughs B5500. „Îi putem lăuda pe babilonieni pentru dezvoltarea unui mod elegant de a explica un algoritm prin exemplificare, odată ce algoritmul însuși a fost definit", a spus Knuth. Până atunci, el însuși fusese captivat de proiectul definirii și explicării algoritmului; a fost uluit de ceea ce a găsit pe tăblițele antice. Scribii notau instrucțiuni de

plasare a numerelor în anumite locuri – pentru a face „copii" ale unui număr şi pentru a păstra un număr „în capul tău". Această idee, a cantităţilor abstracte ocupând locuri abstracte, nu va reveni la viaţă decât mult mai târziu.

Unde se găseşte un simbol? Ce este un simbol? Chiar punerea unor astfel de întrebări avea nevoie de o conştiinţă de sine care nu a apărut în mod natural. Odată puse, întrebările continuau să se înmulţească. *Priviţi aceste semne*, implorau filosofii. *Ce sunt ele?*

„În esenţă, literele sunt forme indicând glasuri", explica John de Salisbury în Anglia medievală. „Prin urmare, ele reprezintă lucruri pe care le aduc în minte prin ferestrele ochilor."[33] John a fost secretarul şi scribul arhiepiscopului de Canterbury în secolul al XII-lea. El a slujit cauza lui Aristotel ca avocat şi comisionar. Lucrarea sa *Metalogicon* nu doar a stabilit principiile logicii aristotelice, ci i-a îndemnat pe contemporanii lui să se convertească la ele, ca la o nouă religie. (Nu a rostit vorbe mărunte: „Cel care nu vine spre logică lovi-l-ar neîntreruptă şi veşnică spurcăciune".) Punându-şi pana pe pergament în acele vremuri de sărăcie a ştiinţei de carte, el a încercat să examineze actul scrierii şi efectul cuvintelor: „Adesea, ele rostesc fără glas afirmaţiile celui absent".[34] Ideea de scriere era încă împletită cu ideea de vorbire. Amestecul de vizual şi auditiv continua să creeze încurcături şi la fel făcea amestecul trecutului cu viitorul: afirmaţiile celui absent. Scrisul sărea peste aceste niveluri.

Fiecare utilizator al acestei tehnologii era un novice. Cei care redactau documente legale formale, precum învoieli şi contracte, simţeau adesea nevoia să exprime senzaţia lor de a vorbi unui auditoriu invizibil: „Oh! Toţi cei care veţi fi auzit

şi văzut acestea!".[34] (Li s-a părut nepotrivit să folosească timpul verbal direct, aidoma novicilor în materie de mesagerie vocală, lăsând primele lor mesaje prin 1980.) Multe hrisoave se sfârşeau cu formula „Rămâneţi cu bine". Înainte ca scrisul să poată fi perceput ca fiind prin sine firesc – să poată deveni o a doua natură –, aceste ecouri de glasuri trebuiau să dispară. În sine şi de la sine, scrisul trebuia să remodeleze conştiinţa umană.

Printre multele abilităţi dobândite de cultura scrisă, nu cea din urmă a fost puterea de a se scruta pe sine pe dinăuntru. Scriitoriilor le plăcea să discute despre scris, cu mult mai mult decât s-au ostenit vreodată barzii să discute despre vorbire. Ei puteau *să vadă* mediumul şi mesajele sale, să le ridice în faţa ochilor minţii pentru studiu şi analiză. Şi puteau să-l critice – deoarece, chiar de la început, noile abilităţi erau însoţite de un sâcâitor sentiment de pierdere. Era o formă de nostalgie. Platon a simţit-o:

> Nu mă pot împotrivi sentimentului, Phedros, [spuse Socrate] că scrisul seamănă, din nefericire, cu pictura; căci creaţiile pictorului au atitudinea din viaţă, şi totuşi, dacă le pui o întrebare, ele păstrează o solemnă tăcere. . . .Îţi poţi închipui că ele [cuvintele scrise] posedă inteligenţă, dar, dacă vrei să afli ceva şi pui o întrebare vreunuia dintre ele, vorbitorul îţi dă mereu acelaşi răspuns invariabil.[35]

Din păcate, cuvântul scris rămâne mut. Este stabil şi imobil. Remuşcările lui Platon au fost, în cea mai mare parte, înlăturate în mileniile următoare, pe măsură ce cultura ştiinţei de carte şi-a dezvoltat multele sale daruri: istoria şi dreptul; ştiinţele şi filosofia; explicaţia reflexivă a artei şi a literaturii însăşi. Nimic din toate acestea nu s-ar fi născut din pura oralitate. Marea poezie putea să se nască şi a făcut-o, însă era

costisitoare și rară. Pentru a crea epopeile lui Homer, pentru a le face auzite, pentru a le susține peste ani și mile, se cerea o parte considerabilă din energia culturală disponibilă.

Apoi, lumea dispărută a oralității primitive nu a fost mult regretată. Nu până în secolul XX, când, odată cu înmugurirea noilor medii de comunicare, remușcările și nostalgia au ieșit din nou la suprafață. Marshall McLuhan, care a devenit cel mai celebru purtător de cuvânt al apusei culturi orale, le-a pus în slujba unui argument pentru modernitate. El a ridicat în slăvi noua „eră electrică" nu pentru noutatea ei, ci pentru reîntoarcerea ei la rădăcinile creativității umane. El a văzut-o ca pe o renaștere a vechii oralități. „În secolul nostru, «derulăm banda înapoi»"[36], declara el, găsind banda lui metaforică într-una dintre cele mai noi tehnologii ale informației. El a elaborat o serie de contraste polemice: cuvântul tipărit contra cuvântului vorbit; rece/cald; static/fluid; neutru/magic; sărăcit/bogat; standardizat/creator; mecanic/organic; separator/integrator. „Alfabetul este o tehnologie de fragmentare și specializare vizuală", a scris el. El conduce la „un deșert de date clasificate". Un mod de încadrare a criticii pe care o face McLuhan tiparului ar fi să spunem că tiparul oferă numai un canal îngust de comunicare. Canalul este liniar și chiar fragmentat. Prin contrast, vorbirea – în situația primară, de relație interumană față-în-față, vie prin gesturi și atingere – antrenează toate simțurile, nu numai auzul. Dacă idealul de comunicare este întâlnirea între suflete, atunci scrisul este o palidă umbră a acestui ideal.

Aceeași critică a fost adusă altor canale restrânse, create de tehnologii recente – telegraf, radio și e-mail. Jonathan Miller reformulează argumentul lui McLuhan în termeni cvasitehnici privind informația: „Cu cât mai mare numărul de simțuri

implicate, cu atât mai mari şansele de a transmite o copie fidelă a stării de spirit a expeditorului".[37]* În şuvoiul de cuvinte trecute prin urechi sau prin ochi, noi nu simţim numai elementele unul câte unul, ci ritmurile şi tonalităţile lor, cu alte cuvinte muzica lor. Noi, ascultătorul sau cititorul, nu auzim sau citim câte un singur cuvânt o dată; primim mesaje în grupuri mici şi mari. Memoria umană fiind ceea ce este, în scris pot fi sesizate modele mai cuprinzătoare decât în sunet. Ochiul se poate întoarce. McLuhan considera acest fapt ca fiind dăunător, sau cel puţin minimalizant. „Spaţiul acustic este organic şi integral", a spus el, „perceput prin interacţiunea simultană a tuturor simţurilor; pe când spaţiul «raţional» sau pictural este uniform, secvenţial şi continuu, şi creează o lume închisă fără nimic din rezonanţa bogată a unui *echoland*** tribal". Pentru McLuhan, *echoland*-ul tribal este Raiul.

> Datorită dependenţei lor de cuvântul vorbit pentru a primi informaţii, oamenii erau strânşi laolaltă într-un năvod tribal . . .cuvântul vorbit este mai încărcat emoţional decât cel scris. . . .Omul tribal audio-tactil se împărtăşea din inconştientul colectiv, trăia

---

* Nu că Miller ar fi de acord. Dimpotrivă: „Sunt greu de supraestimat subtilele efecte reflexive ale alfabetizării asupra imaginaţiei creatoare, furnizând un depozit cumulativ de idei, imagini şi idiomuri, din ale cărui bogate şi apreciabile fonduri fiecare artist se bucură de un drept nelimitat de retragere" (n.a.).

** Alături de *global village* – „satul global", printre numeroasele expresii lansate de către McLuhan şi care, o vreme, s-au bucurat de o largă (când nu excesivă) popularitate, se numără şi *echoland* – „ţara ecoului", lumea actuală în care, potrivit lui McLuhan, mass-media (care, trebuie spus, nu ar fi fost posibilă fără lunga şi fertila dezvoltare a culturii scrise, care a produs ştiinţa şi tehnologia modernă) ne va reda spontaneitatea neinhibată şi creatoare a comunicării orale şi vizuale directe, fără mijlocirea castrantă – în opinia lui – a textului scris şi tipărit (n.t.).

într-o magică lume integrală, modelată de mit și de ritual, de valorile sale divine.[38*]

Până la un punct, poate. Și totuși, cu trei secole în urmă, Thomas Hobbes, privind din unghiul de vedere privilegiat de o știință de carte încă recentă, a văzut o priveliște mai puțin roz. El putea să vadă cultura prealfabetizată mai clar: „Oamenii trăiau pe baza unei experiențe rudimentare", a scris el. „Nu exista metodă; cu alte cuvinte, nici urmă de însămânțare și nici de cultivare a cunoașterii înseși, despărțite de buruienile și plantele de rând ale erorii și ale bănuielii".[39] Un loc trist, nici magic, nici divin.

Avea dreptate McLuhan, sau Hobbes? Dacă suntem ambivalenți, ambivalența a început cu Platon. El a fost martorul nașterii dominației scrisului; el a afirmat forța sa și s-a temut de lipsa lui de viață. Scriitorul-filosof întruchipează un paradox. Același paradox era destinat să reapară sub diferite înfățișări, fiecare tehnologie a informației aducând propriile sale puteri și propriile sale spaime. Se arată că acea „uitucenie" de care se temea Platon nu se produce. Nu se produce pentru că Platon însuși, împreună cu mentorul său, Socrate, și cu discipolul său, Aristotel, au schițat un vocabular de idei, l-au organizat în categorii, au stabilit reguli ale logicii și, astfel, au împlinit promisiunea tehnologiei scrierii. Toate acestea au făcut din cunoaștere un material mai durabil decât înainte.

Iar atomul de cunoaștere era cuvântul. Oare așa era? Pentru câtva timp ce avea să vină, cuvântul a continuat să le scape urmăritorilor săi, fie că era o izbucnire efemeră de sunet sau

---

* Reporterul a întrebat pe un ton plângăcios: „Dar nu există câștiguri corespondente de cunoaștere, înțelegere și diversitate culturală, care să compenseze pierderile omului detribalizat?". McLuhan a răspuns: „Întrebarea dumneavoastră reflectă toate prejudecățile instituționalizate ale omului știutor de carte" (n.a.).

un mănunchi fix de însemne. „Majoritatea ştiutorilor de carte, când spui «Gândeşte-te la un cuvânt», cel puţin într-o manieră vagă se gândesc la ceva ce au în faţa ochilor", spune Ong, „unde un cuvânt real nu poate fi câtuşi de puţin". Unde să căutăm cuvintele, atunci? În dicţionar, firește. Ong a mai spus: „Este demoralizant să-ţi aminteşti că nu există nici urmă de dicţionar în minte, că aparatul lexicografic este o foarte târzie dezvoltare a limbii".

3 | DOUĂ DICŢIONARE

(NESIGURANŢA SCRIERII NOASTRE, INCONSTANŢA LITERELOR NOASTRE)

În timpuri atât de ocupate şi de active, se nasc mai multe gânduri ale oamenilor, care trebuie semnificate şi deosebite prin expresii noi.[1]

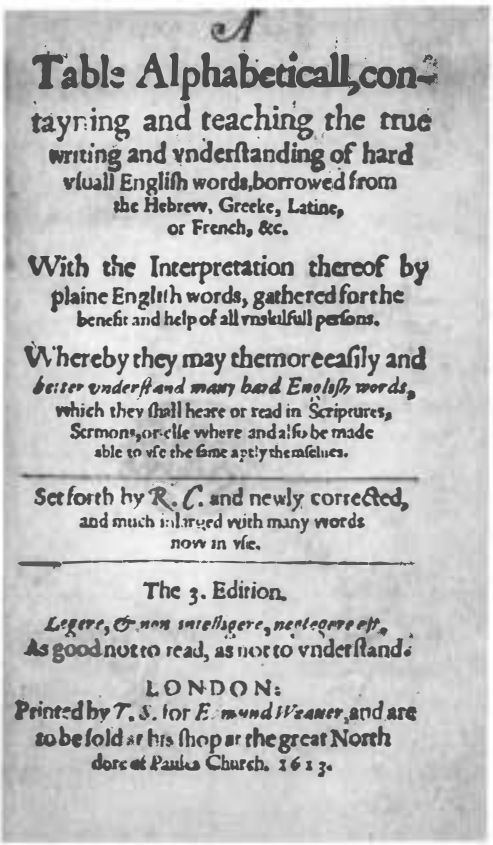
– Thomas Sprat (1667)

Un învăţător şi preot de ţară a întocmit în 1604 o carte cu un titlu incoerent, care începea aşa: „Un tabel alfabetic, cuprinzând şi învăţând adevărata scriere şi înţelegere a cuvintelor englezeşti uzuale dificile" şi care continua cu mai multe sugestii ale scopului său, care era unul neobişnuit şi avea nevoie de explicaţii:

> Cu interpretarea prin aceasta a cuvintelor englezeşti obişnuite, adunate spre a fi de folos şi ajutor pentru doamne, femei distinse şi orice alte persoane nepricepute.
>
> Prin care se pot face mai uşor şi mai bine înţelese multe cuvinte englezeşti dificile, pe care le vor auzi sau citi în Scripturi, predici sau prin alte părţi şi, de asemenea, se pot face în stare să le folosească ele însele în mod potrivit.[2]

Pagina de titlu omitea numele autorului, Robert Cawdrey, însă includea un motto în limba latină – „Necitit e totuna cu neînţeles" – şi localiza editorul cu tot atât de multă rigoare şi precizie cât se putea aştepta într-o vreme când *adresa*, ca specificaţie a locului, încă nu exista:

La Londra, tipărită de I. R. pentru Edmund Weaver & de vânzare la prăvălia lui de lângă marea intrare de nord a Bisericii lui Paul.



A
Table Alphabeticall, con-
taynıng and teaching the true
writing and vnderſtanding of hard
vſuall Engliſh words, borrowed from
the Hebrew, Greeke, Latine,
or French, &c.

With the Interpretation thereof by
plaine Engliſh words, gathered for the
benefit and help of all vnskilfull perſons.

Whereby they may themore eaſily and
better vnderſtand many hard Engliſh words,
which they ſhall heare or read in Scriptures,
Sermons, or elſe where and alſo be made
able to vſe the ſame aptly themſelues.

Set forth by R. C. and newly corrected,
and much inlarged with many words
now in vſe.

The 3. Edition.

Legere, & non intelligere, neglegere eſt.
As good not to read, as not to vnderſtand.

LONDON:
Printed by T. S. for *Edmund Weaver*, and are
to be ſold at his ſhop at the great North
dore of Paules Church. 1613.

Pagina de titlu a lui Cawdrey

Chiar şi pe străzile aglomerate din Londra, prăvăliile şi locuinţele rareori puteau fi găsite după număr. Alfabetul, însă, avea o ordine definită – prima şi cea de-a doua literă dându-i

chiar numele –, şi acea ordine fusese păstrată încă din vremurile timpurii ale fenicienilor, cu toate împrumuturile şi evoluţia care au urmat.

Cawdrey a trăit într-o epocă de sărăcie informaţională. El nu ar fi gândit aşa, chiar dacă ar fi cunoscut conceptul. Dimpotrivă, el s-ar fi considerat pe sine ca aflându-se în centrul unei explozii informaţionale, pe care el însuşi încerca să o sprijine şi să o organizeze. Dar peste patru secole, propria-i viaţă este înfăşurată ca într-un giulgiu de obscuritatea lipsei de cunoaştere. Al său *Tabel alfabetic* apare ca o piatră de hotar în istoria informaţiei, cu toate că, din întreaga sa ediţie princeps, a supravieţuit numai un singur exemplar ferfeniţit. Când şi unde s-a născut nu se ştie – probabil spre sfârşitul anilor 1530; probabil în Midlands. Fără mărturia registrelor parohiale, vieţile omeneşti erau aproape întru totul nedocumentate. Nimeni nu posedă nici măcar o ortografiere definitivă a numelui său (Cawdrey, Cowdrey, Cawdry). Dar, pe atunci, nimeni nu căzuse de acord asupra scrierii majorităţii numelor: ele erau rostite, rareori scrise.

De fapt, puţini aveau noţiunea de „ortografiere" – ideea că fiecare cuvânt, atunci când era scris, ar trebui să capete o anumită formă literală predeterminată. Cuvântul *cony* (iepure) apărea în mod variabil, sub forme precum *conny, conye, conie, coni, cuny, cunny* şi *cunnie*, într-o singură broşură din 1591.[3] Alţii îl scriau diferit. Şi din acest motiv, Cawdrey însuşi, pe pagina de titlu a cărţii sale pentru „învăţarea adevăratei scrieri", a scris *wordes* [cuvinte] într-o frază şi *words* în următoarea. Limba nu funcţiona ca un depozit de cuvinte, din care utilizatorii puteau să culeagă itemii corecţi, preformaţi. Dimpotrivă, cuvintele erau fugare, în zbor, presupuse a se risipi din nou în lumea de apoi. Atunci când erau rostite, nu stăteau la dispoziţie pentru a fi comparate cu sau măsurate după alte

instanţieri ale lor. De fiecare dată când oamenii muiau pana în cerneală să aştearnă un cuvânt pe hârtie, ei făceau o nouă alegere a literelor care păreau potrivite sarcinii. Dar aceasta era pe cale să se schimbe. Disponibilitatea – soliditatea – cărţii tipărite a inspirat sentimentul că vorba scrisă *ar trebui să fie* de un anumit fel, că o formă era corectă şi altele greşite. Mai întâi, acest sentiment a fost inconştient; apoi, el a început să urce spre o conştiinţă generală. Tipografii înşişi au început să se ocupe de acest lucru.

A spune pe litere – „to spell" (de la un vechi cuvânt germanic) însemna, la început, a vorbi sau a rosti. Apoi, a însemnat să citeşti încet, literă cu literă. Ulterior, prin extindere, chiar pe vremea lui Cawdrey, însemna să scrii cuvintele literă cu literă. Ultima utilizare era oarecum poetică. „Scrie de-a-ndoaselea pe litere Eva şi Ave-ţi va ieşi", a scris poetul iezuit Robert Southwell (cu puţin timp înainte de-a fi spânzurat şi rupt în patru în 1595). Atunci când anumiţi educatori au început să aibă în vedere ideea de scriere pe litere, ei ar fi spus „scrierea corectă" – ori, ca să împrumutăm din greceşte, *„ortografie"*. Puţini au fost cei cărora să le pese, dar unul căruia i-a păsat a fost un director de şcoală din Londra, Richard Mulcaster. El a întocmit un abecedar, intitulat „Prima parte [o a doua parte nu avea să mai fie] a Elementariului care tratiază în prencepal despre scrierea corectă a limbei noastre Engleze".* A publicat-o în anul 1582 („în Londra la locuinţa lui Thomas Vautroullier din cartierul dominicanilor de lângă Lud-gate"), cuprinzând propria listă de aproximativ opt mii de cuvinte şi o pledoarie pentru ideea unui dicţionar:

---

* În original: . . . *the Elementarie which entreateth chefelie of the right writing of our English tung* (n.t.).

> Ar fi un lucru de laudă în opinia mea, şi nu mai puţin profitabil decât vrednic de laudă, dacă un bărbat bine învăţat şi tot atât de harnic ar strânge laolaltă toate cuvintele pe care le folosim în limba noastră engleză . . .într-un dicţionar şi, pe lângă scrierea corectă, care este legată de alfabet, ne-ar deschide nouă calea deopotrivă spre forţa lor naturală şi folosul lor potrivit.[4]

El recunoştea şi un alt factor motivant: ritmul tot mai rapid al comerţului şi transporturilor făceau alte limbi o prezenţă palpabilă, forţând o conştientizare a limbii engleze ca fiind una dintre multe altele. „Străinii şi veneticii se miră de noi", scria Mulcaster, „atât pentru nesiguranţa scrierii noastre, cât şi pentru inconstanţa literelor noastre". Limba nu mai era invizibilă precum aerul.

Cam 5 milioane de oameni de pe faţa pământului vorbeau engleza (o estimare grosieră; nimeni nu a încercat să numere populaţia Angliei, a Scoţiei sau a Irlandei până în 1801). Cam un milion dintre aceştia ştiau să scrie. Dintre toate limbile din lume, engleza era deja cea mai amestecată, cea mai pestriţă, cea mai poligenetică. Istoria ei prezenta o continuă corupere şi îmbogăţire din afară. Cele mai vechi cuvinte de bază, cuvintele simţite ca fiind cele mai elementare, veneau din limba vorbită de angli, saxoni şi iuţi, triburi germanice care au traversat Marea Nordului spre Anglia în secolul al V-lea, gonindu-i pe locuitorii celţi. Puţin din limba celţilor a pătruns în vorbirea anglo-saxonă, însă invadatorii vikingi au adus mai multe cuvinte din norvegiană şi daneză: *egg, sky, anger, give, get – ou, cer, furie, a da, a lua.* Latina a fost adusă de misionarii creştini; ei scriau în alfabetul romanilor, care a înlocuit înscrisurile runice răspândite în Europa Centrală şi de Nord la începutul primului mileniu. Apoi a urmat influenţa limbii franceze.

Influență, pentru Robert Cawdrey, însemna „o curgere în". Cucerirea normandă a fost mai degrabă un potop, din punct de vedere lingvistic. Țăranii englezi din clasele inferioare continuau să crească *cows, pigs* și *oxen – vaci, porci* și *boi* (cuvinte germanice), dar în cel de-al doilea mileniu, clasele superioare mâncau *beef, pork* și *mutton – carne de vită, de porc* și *de oaie* (cuvinte franceze). În timpurile medievale, rădăcinile franceze și latine au generat mai mult de jumătate din vocabularul comun. Și mai multe cuvinte străine au apărut atunci când intelectualii au început să împrumute în mod deliberat din latină și greacă pentru a exprima concepte de care înainte limba nu avusese nevoie. Cawdrey era iritat de acest obicei. „Unii oameni caută atât de departe prin limbi străine englezei, că uită cu totul limba lor maternă, astfel încât, dacă unele dintre mamele lor ar mai trăi, ele n-ar putea spune ori pricepe ce spun ei", se plângea el. „Ar putea fi acuzați de contrafacerea englezei regale – *Kings English.*"[5]

Patru sute de ani după ce Cawdrey și-a publicat lexiconul, John Simpson a reconstituit drumul urmat de Cawdrey. În anumite privințe, Simpson era moștenitorul lui firesc: editorul unui lexicon ceva mai măreț, *Oxford English Dictionary*. Simpson, un bărbat palid, cu glas moale, îl consideră pe Cawdrey încăpățânat, nedispus a face compromisuri și chiar certăreț. Învățătorul a fost hirotonisit diacon și apoi preot în Biserica Angliei, într-o epocă agitată, când începuse să apară puritanismul. Nonconformismul l-a băgat în bucluc. Se pare că s-a făcut vinovat de „a nu fi respectat" unele dintre sfintele taine, precum „crucea la botez și inelul de căsătorie".[6] Ca preot de țară, nu-i păsa să se plece în fața episcopilor și a arhiepiscopilor. El predica un soi de egalitate ce nu era binevenită pentru autoritățile bisericești. „S-a înaintat în secret o informa-

tle împotriva lui potrivit căreia rostea diferite vorbe din amvon, ce tind să corupă Cartea de rugăciuni. . . .Așa, că fiind considerat o persoană periculoasă, dacă ar continua să predice, va infesta poporul cu principii diferite de cele stabilite de religie." Cawdrey a fost exclus din rândurile clerului și deposedat de beneficiile aferente. Ani de zile și-a susținut cauza, fără folos.

În tot acest timp, el a colecționat cuvinte („**collect**, gather" – a aduna). A publicat două tratate didactice, unul despre catehism („**catechiser**, that teacheth the principles of Christian religion – „acela care predă principiile religiei creștine") și unul despre *O formă cuvioasă de administrare a gospodăriei pentru a face ordine în familiile private*, iar în 1604, a produs un gen diferit de carte: nimic altceva decât o listă de cuvinte, cu scurte definiții.

De ce? Spune Simpson: „Am văzut deja că era devotat simplității limbii și că era hotărât până la încăpățânare". El încă predica – acum, predicatorilor. „Aceia care, prin poziția și chemarea lor (dar în special preoții), au ocazia să vorbească public în fața oamenilor ignoranți", declara Cawdrey în nota sa introductivă, „trebuie să fie mustrați". Și el îi mustră. „Niciodată nu impresionați prin termeni prețioși și ciudați – strange ynckhorne termes." (*Inkhorn* însemna călimară; prin *inkhorn term*, el înțelegea un cuvânt livresc.) „Trudiți-vă să vorbiți așa cum se înțelege în mod obișnuit, astfel încât și cei mai ignoranți să priceapă spusele voastre." Și, mai presus de toate, să se evite afectarea de a vorbi ca un străin:

> Unii domni călătoriți departe, la reîntoarcerea lor acasă, așa cum le place să umble cu straie străine, tot astfel își pudrează conversația cu expresii din limbi de peste mări. Cel care abia s-a întors din Franța va vorbi franco-engleza fără să roșească vreodată.

Lui Cawdrey nu-i trecea prin minte ideea de a lista *toate* cuvintele – indiferent ce-ar fi însemnat. În 1604, William Shakespeare scrisese majoritatea pieselor sale folosind un vocabular de aproximativ 30 000 de cuvinte, însă acele cuvinte nu erau disponibile nici pentru Cawdrey, nici pentru oricine altcineva. Cawdrey nu şi-a bătut capul cu cele mai comune cuvinte, nici cu cele mai livreşti şi franţuzite; el a listat numai cuvintele „uzuale dificile", cuvinte destul de dificile pentru a avea nevoie de o oarecare explicaţie, însă „potrivite pe limbă când vorbim" şi „uşor de perceput pentru toată lumea". El a compilat 2 500. Ştia că multe erau derivate din greacă, franceză şi latină („**derive**, fetch from" – a aduce de la) şi le-a semnalat în mod corespunzător. Cartea întocmită de Cawdrey a fost primul dicţionar englez. Cuvântul *dicţionar* nu se găsea în ea.

Deşi Cawdrey nu a citat nicio autoritate, el s-a bazat pe câteva. El a copiat remarcile despre termenii livreşti şi domnii călătoriţi departe în hainele lor străine din cartea de succes a lui Thomas Wilson, *Arta retoricii*.[7] În ceea ce priveşte cuvintele, el a găsit mai multe surse („**source**, val sau care scoate apă"). A găsit cam jumătate dintre cuvintele sale într-un abecedar pentru predarea cititului, numit *The English Scoolemaister*, de Edmund Coote, prima dată publicat în 1596 şi des retipărit după aceea. Coote pretindea că un învăţător ar putea să înveţe o sută de elevi mai repede cu textul său decât patruzeci fără el. I s-a părut că merită să explice foloasele învăţării poporului să citească: „Astfel, mai multe cunoştinţe vor fi aduse în această ţară şi mai multe cărţi se vor cumpăra, decât ar fi fost altminteri".[8] Coote a inclus un lung glosar, pe care Cawdrey l-a furat.

Nu era de la sine înţeles că Robert Cawdrey ar fi trebuit să aranjeze cuvintele sale în ordine alfabetică, făcând al său *Tabel*

alfabetic. El ştia că nu putea să conteze nici măcar pe cititorii săi educaţi ca fiind versaţi în ordinea alfabetică, aşa că a încercat să realizeze un mic manual de întrebuinţare. El s-a luptat cu această problemă: dacă ar trebui să descrie ordinea în termeni logici, schematici sau ca pe o procedură pas cu pas, un algoritm. „Iubite cititorule", a scris el – adaptând liber după Coote", încă o dată –,

> tu trebuie să înveţi alfabetul, să ştii ordinea literelor aşa cum e, perfect fără carte, şi unde stă fiecare literă: ca *b* lângă început, *n* pe la mijloc şi *t* spre sfârşit. Acum, dacă acel cuvânt, pe care eşti doritor să-l găseşti, începe cu *a*, atunci caută la începutul acestui tabel, dar dacă începe cu *v*, caută pe la sfârşit. Iar dacă cuvântul începe cu *ca*, uită-te la începutul literei *c*, dar dacă începe cu literele *cu*, uită-te spre sfârşitul acelei litere. Şi aşa pentru tot restul etc.

Nu era uşor de explicat. Călugărul Johannes Balbus din Genova a încercat în al său *Catholicon* din 1286. Balbus credea că inventează ordinea alfabetică pentru prima oară, şi instrucţiunile sale erau minuţioase: „De exemplu, vreau să discut *amo* [a iubi] şi *bibo* [a bea]. Voi discuta *amo* înainte de *bibo*, deoarece *a* este prima literă din *amo* şi *b* este prima literă din *bibo* şi *a* stă înaintea lui *b* în alfabet. Similar . . .". El a repetat o lungă listă de exemple şi a tras concluzia: „Te rog, prin urmare, bunule cititor, să nu dispreţuieşti această grea muncă a mea şi această ordine ca pe ceva lipsit de valoare".[9]

În lumea antică, listele alfabetice rareori au apărut până în jurul anului 250 î.Hr., în texte pe papirus din Alexandria. Marea bibliotecă de acolo părea să fi folosit, cel puţin într-o oarecare măsură, ordinea alfabetică în aranjarea cărţilor. Nevoia unei asemenea scheme de ordonare artificială apare numai odată cu mari colecţii de date, neordonate altcumva. Iar posibilitatea ordinii alfabetice se iveşte numai în limbile

care posedă un alfabet: un mic simbol discret, fixat într-o secvență convențională („**abecedar**, ordinea literelor sau a celui care le folosește"). Chiar și atunci, sistemul este nenatural. Îl silește pe cititor să despartă informația de sens; să trateze cuvintele strict ca pe niște șiruri de caractere; să se concentreze la modul abstract asupra configurației cuvântului. Mai departe, ordonarea alfabetică cuprinde o pereche de proceduri, una fiind inversa celeilalte: organizarea unei liste și găsirea itemilor; sortarea și căutarea. În altă privință, procedura este recursivă („**recourse**, o alergare din nou înapoi "). Operația de bază este o decizie binară: mai mare decât sau mai mic decât. Această operație este efectuată mai întâi asupra unei litere; apoi, cuibărită ca o subrutină, asupra literei următoare; și (după cum o spune Cawdrey, căznindu-se cu ciudățenia) „așa pentru tot restul etc." Aceasta se dovedește de o uimitoare eficacitate. Sistemul se scalează ușor la orice dimensiune, macrostructura fiind identică cu microstructura. Cineva care înțelege ordinea alfabetică așază la locul lui orice element dintr-o listă de o mie sau de un milion, fără eroare, cu totală încredere. Și fără să știe nimic despre semnificație.

Abia în 1613 a fost alcătuit primul catalog alfabetic – nu tipărit, ci scris în două mici îndreptare – pentru Bodleian Library de la Oxford. Primul catalog al unei biblioteci universitare, întocmit la Leiden, din Olanda, două decenii mai devreme, a fost ordonat tematic, ca o evidență de raft (cam 450 de cărți), fără index alfabetic. De un lucru Cawdrey putea să fie sigur: cititorul său tipic, englezul știutor și cumpărător de carte de la răscrucea secolului al XVII-lea, putea să trăiască toată viața fără să întâlnească vreodată un set de date ordonate alfabetic.

Mai multe metode raționale de ordonare a cuvintelor au apărut la început și au dăinuit multă vreme. În China, lucrul

cel mai apropiat de un dicţionar a fost, vreme de multe secole, *Erya*, cu autor necunoscut, ca şi data apariţiei, probabil în jurul secolului al III-lea î.Hr. Aceasta aranja cele două mii de cuvinte ale sale în funcţie de semnificaţie, în categorii tematice: rudenie, construcţii, unelte şi arme, cerul, pământul, plante şi animale. Egiptenii aveau liste de cuvinte organizate pe baza unor principii filosofice sau educaţionale; la fel şi arabii. Aceste liste nu aranjau cuvintele însele, în primul rând, ci mai degrabă lumea: lucrurile pe care le indicau cuvintele. În Germania, un secol după Cawdrey, filosoful şi matematicianul Gottfried Wilhelm Leibniz a făcut această distincţie în mod explicit:

> Daţi-mi voie să menţionez că cuvintele sau numele tuturor lucrurilor şi acţiunilor pot fi puse pe o listă în două modalităţi diferite, în acord cu alfabetul şi în acord cu natura. . . Prima merge de la cuvânt către lucru, cea de a doua de la lucru spre cuvânt.[11]

Listele tematice erau considerate a fi provocatoare, imperfecte şi creative. Listele alfabetice erau mecanice, eficiente şi automate. Privite din punct de vedere alfabetic, cuvintele nu sunt decât nişte jetoane, fiecare introdus într-un slot. De fapt, ele ar putea fi tot atât de bine şi numere.

În dicţionar, semnificaţia apare în definiţiile sale, fireşte. Modelele esenţiale ale lui Cawdrey erau dicţionarele pentru traduceri, mai ales un *Dictionarium* latin-englez, de Thomas Thomas. Un dicţionar bilingv avea un scop mai clar decât un dicţionar al unei singure limbi: transpunerea latinei în engleză avea un sens pe care traducerea englezei în engleză nu-l avea. Şi totuşi, definiţiile aveau sens, scopul declarat al lui Cawdrey fiind, în fond, acela de a-i ajuta pe oameni să înţeleagă şi să folosească nişte cuvinte dificile. El a abordat sarcina definiţiilor cu o înfrigurare ce rămâne încă palpabilă. Chiar atunci când

definea cuvintele sale, Cawdrey încă nu era convins de soliditatea lor. Semnificațiile erau mai fluide decât ortografierea. Pentru Cawdrey, *define* – a defini – se referea la lucruri, nu la cuvinte: „**define**, a arăta cu claritate ce este un lucru". Realitatea, în toată bogăția ei, avea nevoie să fie definită. *Interpret* însemna „a deschide, a face clar, a arăta sensul și înțelesul unui lucru". Pentru el, relația dintre lucru și cuvânt semăna cu legătura dintre un obiect și umbra sa.

Conceptele relevante nu ajunseseră la maturitate:

figurate, a închipui, a reprezenta sau a contraface
type, figură, exemplu, umbră a unui lucru
represent, a exprima, a produce arătarea unui lucru

Un contemporan mai tânăr al lui Cawdrey, Ralph Laver, a născocit propriul său cuvânt: „**saywhat**, în mod corupt numit definiție: dar este o vorbire care spune ce este un lucru, mai potrivit poate fi numit spunece".[12] Nu a prins. A fost nevoie de aproape încă un secol – și de exemplele lui Cawdrey și ale succesorilor săi – pentru ca sensul modern să intre în centrul atenției: „Definiția", scria până la urmă John Locke în 1690, „nefăcând nimic altceva decât a-l face pe un altul să înțeleagă prin cuvinte la ce idee se referă termenul definit".[13] Și Locke încă adoptă o perspectivă operațională. Definiția este comunicare: a-l face pe altul să înțeleagă; a trimite un mesaj.

Cawdrey împrumută de la sursele sale definiții, le combină și le adaptează. În multe cazuri, el pur și simplu pune un cuvânt în locul altuia:

orifice, gură
baud, târfă
helmet [cască], piesă de cap

Pentru o clasă restrânsă de cuvinte, el foloseşte o desemnare specială, litera *k*: „standeth for a kind of" [se referă la un fel de]. Nu consideră că e treaba lui să spună *ce* fel. Astfel:

crocodile, *k* beast – fel de animal
alablaster, *k* stone – fel de piatră
citron, *k* fruit – fel de fruct

Dar legarea unor perechi de cuvinte, fie ca sinonime, fie ca membri ai unei clase, nu poate duce un lexicograf mai departe. Relaţiile dintre cuvintele unei limbi sunt mult prea complexe pentru o abordare atât de liniară („**chaos**, o grămadă de talmeş-balmeş"). Uneori, Cawdrey încearcă să se descurce adăugând unul sau mai multe sinonime, definiţie prin triangulaţie:

specke, strop sau pată
cynicall, canin, mofturos
vapor, umezeală, aer, răsuflare caldă sau evaporare

Pentru alte cuvinte, reprezentând concepte sau abstracţiuni, mai mult desprinse de domeniul concret al simţurilor, Cawdrey are nevoie să găsească un stil complet diferit. El îl inventează pe parcurs. El trebuie să-i vorbească cititorului, în proză, dar nu tocmai în propoziţii, şi putem auzi cazna lui atât de a înţelege anumite cuvinte, cât şi de a exprima înţelesul lor.

gargarise, a spăla gura şi gâtul pe dinăuntru, agitând o licoare în sus şi în jos prin gură
hipocrite, unul care prin îmbrăcăminte, mină şi purtare pe dinafară pretinde să fie alt om decât este într-adevăr sau un înşelător
buggerie [pederastie], împreunare cu unul de acelaşi fel sau între

oameni și animale
theologie, divinație, știința de a trăi în mod binecuvântat pentru totdeauna

Printre cei mai incomozi erau termenii tehnici din noile științe:

cypher, un cerc în numărare, fără valoare în sine, dar servește să fardeze numărul și să facă alte figuri de mai mare valoare
horizon, un cerc, despărțind jumătatea firmamentului de cealaltă jumătate pe care nu o vedem
zodiack, un cerc în cer, în care sunt plasate cele 12 semne și în care se mișcă Soarele

Nu doar cuvintele, ci și cunoștințele erau fluide. Limba se examina pe sine. Chiar și atunci când Cawdrey copiază din Coote sau Thomas, el este în mod fundamental singur, fără nicio autoritate pe care să o consulte.

Unul dintre cuvintele uzuale dificile ale lui Cawdrey era știință („cunoaștere sau pricepere"). Știința încă nu exista ca instituție responsabilă pentru învățătura despre lumea materială și legile sale. Filosofii naturii începeau să capete un interes special față de natura cuvintelor și a semnificației lor. Aveau nevoie de mai mult decât le stătea la dispoziție. Atunci când Galileo și-a îndreptat primul său telescop către cer și a descoperit pete în Soare în 1611, el a anticipat de îndată controversa – tradițional, Soarele era un model de puritate – și a simțit că știința nu putea să se desfășoare fără a fi rezolvat mai întâi problema limbajului:

Câtă vreme oamenii au fost de fapt obligați să numească Soarele „cel mai pur și cel mai luminos", niciun fel de umbre sau impurități nu au fost vreodată percepute în el; dar acum, că se arată în parte

impur şi pătat; de ce nu ar trebui să-l numim „pătat şi nu pur"? Căci numele şi atributele trebuie să fie potrivite cu esenţa lucrurilor şi nu esenţa cu numele, de vreme ce lucrurile vin mai întâi şi numele pe urmă.[14]

Atunci când Isaac Newton s-a apucat de marele său proiect, s-a confruntat cu o lipsă fundamentală a definiţiei acolo unde era mai necesară. El a început cu un truc semantic: „Eu nu definesc timpul, spaţiul, locul şi mişcarea, fiind bine cunoscute tuturor"[15], a scris el înşelător. Definirea acestor cuvinte era adevăratul lui scop. Nu existau standarde comune pentru greutăţi şi măsuri. *Greutate* şi *măsură* erau ei înşişi termeni vagi. Latina părea mai sigură decât engleza, tocmai pentru că era mai puţin uzată de întrebuinţarea cotidiană, însă romanii nu posedaseră nici ei cuvintele necesare. Însemnările lui Newton dezăluie o luptă ascunsă în produsul finit. El a încercat expresii precum *quantitas materiæ*. Prea greu pentru Cawdrey: „**materiall**, dintr-o materie sau importanţă". Newton sugera (către sine) „ceea ce se iveşte din reunirea densităţii şi masei sale". El a avut în vedere mai multe cuvinte: „această cantitate o desemnez prin numele de corp sau masă". Fără cuvintele potrivite nu putea să meargă mai departe. *Viteză, forţă, gravitaţie* – niciunul dintre acestea nu era încă precis. Nu se puteau defini unul în termenii celorlalţi; nu exista nimic în natura vizibilă către care oricine să poată arăta cu degetul; şi nu exista nicio carte în care să-i caute.

Cât despre Robert Cawdrey, prezenţa sa în istorie se sfârşeşte cu publicarea *Tabelului alfabetic* din 1604. Nimeni nu ştie când a murit. Nimeni nu ştie câte copii a scos tipograful. Nu există documente („**records**, scrieri aşternute pentru reaminti-

re"). Un singur exemplar a ajuns la Bodleian Library din Oxford, care l-a păstrat. Toate celelalte au dispărut. O ediție secundă a apărut în 1609, puțin extinsă („mult lărgită" pretindea fals pagina de titlu) de către fiul lui Cawdrey, Thomas, iar o a treia și o a patra ediție au apărut în 1613 și 1617, când viața acestei cărți s-a sfârșit.

A fost pusă în umbră de un nou dicționar, de două ori mai cuprinzător, *O expunere engleză: predarea și interpretarea celor mai dificile cuvinte folosite în limba noastră, cu diverse explicații, descrieri și discursuri.* În rest, compilatorul său, John Bullokar, a lăsat în documentele istorice o urmă la fel de ștearsă ca și Cawdrey. Era doctor în fizică; a trăit o vreme în Chichester; datele nașterii și ale morții lui sunt nesigure; se spune că ar fi vizitat Londra în 1611 și că ar fi văzut acolo un crocodil mort; puține alte lucruri se mai știu.[16] *Expunerea* lui a apărut în 1616 și a avut mai multe reeditări în deceniile următoare. Apoi, un avocat din Londra, Thomas Blount, a publicat *Glosografia: sau un dicționar, interpretând toate cuvintele dificile din orice limbă, acum folosite în limba noastră engleză rafinată.* Dicționarul lui Blount lista peste unsprezece mii de cuvinte, multe dintre ele, recunoștea el, fiind noi, aduse la Londra de talmeș-balmeșul negoțului și comerțului –

> **coffa** sau **cauphe**, un soi de băutură de la turci și persani (și de curând introdusă și la noi), care este neagră, groasă și amară, extrasă din boabe de acea natură și nume, considerată bună și foarte hrănitoare: se spune că alungă melancolia.

– sau inventate local, precum „**tom-boy** [băieței], o fată sau o târfă care sare în sus și în jos ca un băiat". Se pare a fi știut că urmărea o țintă în mișcare. „Munca" autorilor de dicționare, a scris el în prefață, „e fără de sfârșit, de vreme ce limba noastră engleză își schimbă obiceiul în fiecare zi". Definițiile lui

Blount erau mult mai elaborate decât cele ale lui Cawdrey şi el a încercat să ofere informaţii şi despre originile cuvintelor.

Nici Bullokar, nici Blount nu l-au pomenit pe Cawdrey. Acesta era deja uitat. Dar în 1933, cu ocazia publicării celui mai mare lexicon dintre toate, primii editori ai *Oxford English Dictionary* [OED] au adus un omagiu „volumaşului său subţirel". Ei l-au numit „ghinda originară" din care a crescut stejarul lor. (Cawdrey: „**akecorne**, *k* fruit – fel de fruct".)

Patru sute doi ani după *Tabelul alfabetic*, Uniunea Astronomică Internaţională a votat să declare Pluto ca nonplanetă, iar John Simpson avea de luat o decizie rapidă. El şi echipa sa de lexicografi din Oxford lucrau la *P*-uri. *Pletzel*, *plish*, *pod person*, *point-and-shoot* şi *polyamorous* se numărau printre noile cuvinte ce urmau să intre în *OED*.* Articolul despre Pluto era el însuşi relativ nou. Planeta fusese descoperită abia în 1930, prea târziu pentru prima ediţie a *OED*itura Iniţial s-a propus numele de Minerva şi apoi a fost respins, deoarece exista deja un asteroid Minerva. În materie de nume, cerurile începeau să fie arhipline. Apoi, „Pluto" a fost sugerat de către Venetia Burney, o fetiţă de unsprezece ani din Oxford. *OED* a fost adus la zi adăugând un nou articol pentru Pluto în a sa ediţie secundă: „1. O mică planetă a sistemului solar aflată dincolo de orbita lui Neptun . . . 2. Numele unui câine de desene animate care şi-a făcut prima apariţie în filmul lui Walt Disney *Moose Hunt*, lansat în aprilie 1931".

„Chiar nu ne place să fim forţaţi să facem megaschimbări"[17], a spus Simpson, dar nu prea avea de ales. Sensul disneyan al lui *Pluto* se dovedise mai stabil decât sensul

---

* *Pletzel* – delicatesă evreiască; *plish* – salivă care sare din gura vorbitorului pe faţa ascultătorului; *pod person* – impostor; *point-and-shoot* – un tip modern de aparat de fotografiat; *polyamorous* – persoană care întreţine relaţii amoroase cu mai mulţi parteneri în acelaşi timp (n.t.).

astronomic, care a fost retrogradat la „mic corp planetar". Consecințele s-au propagat în cuprinsul *OEd*itura *Pluto* a fost înlăturat de pe lista cu titlul *planetă n.* 3a. *Plutonian* a fost revizuit (spre a nu fi confundat cu *pluton, plutey* sau *plutonyl*).

Simpson era al șaselea într-o ordine distinsă, cea a editorilor lui *Oxford English Dictionary,* ale căror nume curgeau fluent pe limba lui – „Murray, Bradley, Craigie, Onions, Burchfield, câte degete de la o mână adică" – și se considera pe sine drept un slujitor al tradiției lor, precum și al tradițiilor lexicografiei engleze începând cu Cawdrey și trecând prin Samuel Johnson. În secolul al XIX-lea, James Murray a stabilit o metodă de lucru bazată pe fișe, bucățele de hârtie de 6 ichi pe 4. În orice moment, o mie de asemenea fișe se găseau pe biroul lui Simpson și, la o aruncare de băț, erau milioane în plus, umplând fișiere de metal și cutii de lemn cu cerneala a două secole. Dar fișele deveniseră vetuste. Deveniseră lemnărie – treeware. *Treeware* tocmai intrase în *OED* sub forma „jargon informatic, frecvent ironic"; *blog* a fost recunoscut în 2003, *dot-commer* în 2004, *cyberpet* în 2005 iar verbul *to Google* în 2006. Simpson însuși googăluia frecvent. În afară de fișe, pe biroul lui se mai aflau canale spre sistemul nervos al limbii: legături instantanee cu o rețea mondială de lexicografi amatori omologați și accesul la un set vast și centralizat de baze de date crescând asimptotic spre idealul Tuturor Textelor Anterioare. Dicționarul întâlnise ciberspațiul, și nimic nu avea să mai fie la fel după aceea. Oricât de mult ar fi iubit Simpson rădăcinile și moștenirea *OED,* vrând-nevrând conducea o revoluție – în ceea ce era, ceea ce știa, ceea ce vedea. Pe când Cawdrey fusese izolat, Simpson era conectat.

Limba engleză, vorbită acum de peste un miliard de oameni la scară globală, a intrat într-o perioadă de efervescență, și perspectiva oferită de aceste venerabile birouri din Oxford este

deopotrivă intimă și agitată. Limba pe care o supraveghează lexicografii a devenit sălbatică și amorfă: un mare, învolburat nor în expansiune de mesaje și discursuri; ziare, magazine, broșuri; meniuri și note de afaceri; noi grupuri pe Internet și conversații pe chat-room; emisiuni de radio și televiziune și discuri audio. Prin contrast, dicționarul însuși a dobândit statutul de monument, definitiv și impozant. El exercită o influență asupra limbii pe care încearcă să o țină sub observație. Își joacă rolul autoritar fără tragere de inimă. Lexicografii își pot aduce aminte definiția sardonică, veche de o sută de ani, a lui Ambrose Bierce: „**dicționar**, un instrument literar pizmaș de încorsetat creșterea unei limbi și de a o face dificilă și rigidă".[18] În zilele noastre, ei subliniază că nu prezumă (sau nu catadicsesc) să dezaprobe nicio uzitare sau ortografiere particulară. Dar ei nu pot tăgădui a puternică ambiție: țelul completitudinii. Ei vor fiecare cuvânt, orice jargon; idiomuri și eufemisme, sacre sau profane, vii sau moarte, engleza regelui sau cea a străzii. E doar un ideal: constrângerile de spațiu și timp sunt omniprezente și, la limită, întrebarea privind ce anume se califică drept un cuvânt poate să devină una la care este imposibil de răspuns. Totuși, în măsura posibilului, *OED* este dorit a fi o înregistrare perfectă, o oglindă perfectă a limbii.

Dicționarul ratifică durabilitatea cuvântului. El declară că semnificațiile cuvintelor provin din alte cuvinte. El implică ideea că toate cuvintele, luate laolaltă, formează o structură centralizată: centralizată pentru că toate cuvintele sunt definite în termenii altor cuvinte. Aceasta nu ar fi putut să devină o problemă într-o cultură orală, în care limba era cu greu vizibilă. Doar atunci când tiparul și dicționarul au scos limba într-un relief distinct, ca obiect de cercetat, a fost posibilă perceperea semnificațiilor cuvintelor ca fiind interdependente și chiar circulare. Era necesar să se considere cuvintele drept

cuvinte, reprezentând alte cuvinte, separate de lucruri. În secolul XX, când tehnologiile logicii au avansat la niveluri înalte, potențialul de circularitate a devenit o problemă. „Dând o explicație, trebuie deja să utilizez limba din plin", se plângea Wittgenstein. El se făcea ecoul frustrării lui Newton din urmă cu trei secole, dar cu o torsiune suplimentară, pentru că, dacă Newton voia cuvinte pentru legile naturii, Wittgenstein dorea cuvinte pentru cuvinte: „Când vorbesc despre limbă (cuvinte, propoziții etc.), trebuie să vorbesc limba de toate zilele. Este această limbă oarecum prea vulgară și materială pentru ceea ce vrem să spunem?".[19] Da. Iar limba a fost întotdeauna în mișcare continuă.

James Murray vorbea despre limbă tot atât cât și despre carte atunci când spunea, în 1900, „Dicționarul Englez, ca și Constituția Engleză, nu este creația unui om și nici a unei singure epoci; este o creștere care de la sine s-a dezvoltat lent de-a lungul timpului."[20] Prima ediție a ceea ce a devenit *OED* era una dintre cele mai voluminoase cărți din câte se făcuseră vreodată: *Un nou dicționar englez pe principii istorice*, 414 825 de cuvinte în zece volume grele, prezentat regelui George al V-lea și președintelui Calvin Coolidge în 1928. Lucrarea durase decenii; Murray murise; și era subînțeles că dicționarul avea să fie depășit chiar în momentul în care volumele erau legate și cusute. Au urmat mai multe suplimente, dar a doua ediție a apărut abia în 1989: douăzeci de volume, însumând 22 000 de pagini. Cântărea 62,5 kg. A treia ediție a fost diferită. Nu are greutate, căpătând formă în domeniul digital. S-ar putea să nu mai presupună nicicând hârtie și cerneală. Începând din anul 2000, o revizuire a întregului conținut a început să apară online, în fascicule trimestriale, fiecare cuprinzând mai multe mii de articole revăzute și sute de cuvinte noi.

Cawdrey începuse lucrul în mod destul de firesc de la litera *A* şi la fel a procedat James Murray în 1879, dar Simpson a ales să înceapă cu *M*. Era îngrijorat de *A*-uri. Celor din interior le fusese clar de multă vreme că *OED*, aşa cum apăruse de sub tipar, nu era o capodoperă fără fisuri. Primele litere încă mai purtau cicatricile imaturităţii lucrului nesigur din primele zile ale lui Murray. „În esenţă, a venit, şi-a pus în ordine materialul şi a început să redacteze textul", a spus Simpson. „Le-a luat foarte mult timp să-şi orânduiască politica şi treburile, aşa că dacă porneam de la litera A, ne-am fi făcut munca de două ori dificilă. Cred că s-au pus în ordine pe la . . . ei bine, aş fi zis D, însă Murray a spus întotdeauna că E era cea mai rea literă, pentru că asistentul său, Henry Bradley, a început de la E, iar Murray a susţinut mereu că a făcut-o destul de prost. Aşa că ne-am gândit că poate e mai sigur să începem cu G, H. Dar te duci la G şi H şi apar I, J, K şi, ştiţi, te gândeşti, ei bine, să pornim după aceea."

Prima mie de articole de la *M* până la *mahurat** a intrat online în primăvara lui 2000. Peste un an, lexicografii au ajuns la cuvintele care începeau cu *me*: *me-ism* (un credo al timpurilor moderne), *meds* (colocvial pentru doctorii), *medspeak* (jargonul medical), *meet-and-greet* (un tip nord-american de ocazie specială) şi un sortiment de forme combinate cu *media* (baron, circ, răsfăţat, publicitate exagerată, pricepere) şi *mega-* (pixel, căţea, doză, hit, trend). Aceasta nu mai era o limbă vorbită de 5 milioane de locuitori în majoritate analfabeţi dintr-o mică insulă. Pe măsură ce *OED* revedea articolele literă după literă, a început, de asemenea, să adauge neologisme oriunde apăreau ele; aşteptarea secvenţei alfabetice devenea nepractică. Aşa se face că o adăugire din 2001 a văzut sosind *acid jazz*,

* *Mahurat* – o formă de comerţ din spaţiul indian (n.t.).

Bollywood, channel surfing, double-click, emoticon, feel-good, gangsta, hyperlink și multe altele. *Kool-Aid* a fost recunoscut drept un cuvânt nou, nu pentru că *OED* s-ar simți obligat să listeze nume patentate (praful original de băutură răcoritoare Kool-Ade fusese patentat în Statele Unite în 1927), ci pentru că nu mai putea fi ignorată o utilizare specială: „A bea Kool-Aid: a demonstra o supunere sau loialitate necondiționată". Evoluția acestei expresii bizare din momentul folosirii, în 1978, a unui praf solubil pentru otrăvirea în masă din Guyana trăda o anume densitate a comunicării globale.

Însă acești lexicografi de la Oxford nu erau niște sclavi ai modei. De regulă, un neologism are nevoie de cinci ani de dovezi solide pentru a fi admis în canon. Fiecare cuvânt propus trece printr-o examinare intensă. Aprobarea unui cuvânt nou este o chestiune solemnă. Trebuie să fie de uz general, indiferent care i-ar fi locul particular de origine; *OED* este global, recunoscând cuvinte de oriunde se vorbește engleza, însă nu dorește să rețină ciudățenii locale. Odată adăugat, un cuvânt nu mai poate fi eliminat. Un cuvânt poate să devină demodat sau rar, însă cele mai vechi și uitate cuvinte au obiceiul să reapară – redescoperite sau reinventate spontan – și, în orice caz, ele fac parte din istoria limbii. Toate cele 2 500 de cuvinte ale lui Cawdrey se găsesc în mod necesar în *OEd*itura Pentru treizeci și unu dintre ele, cărticica lui Cawdrey a fost prima lor utilizare. În cazul câtorva, lucrarea lui Cawdrey a fost și singura. Este incomod. *OED* este întocmit în mod irevocabil. Cawdrey, de exemplu, are „**onust**, împovărat, supra încărcat"; astfel încât *OED* conține „încărcat, împovărat", dar este ceva excepțional, o apariție unică. L-a inventat Cawdrey? „Înclin să cred că el încerca să reproducă vocabularul pe care îl auzise sau îl văzuse", a spus Simpson. Cawdrey avea „**hallucinate**, a înșela sau a orbi"; în mod corespunzător, *OED* dă „a

înșela" drept prim sens al cuvântului, deși nu a mai întâlnit pe nimeni altcineva care să-l fi utilizat în acel mod. În astfel de cazuri, editorii pot să adauge dublul lor avertisment „*Obs. rare.*" – învechit, rar. Dar numai atât.

Pentru *OED* din secolul al XXI-lea, o singură sursă nu este niciodată de ajuns. În mod bizar, având în vedere vastitatea întreprinderii și cititorii cărora li se adresează, indivizii se străduiesc să le fie ratificate de către *OED* propriile lor cuvinte-ad hoc – *nonce-words*.* De fapt, *nonce-words* a fost introdus chiar de către James Murray. A prins. Sandra Smalley, psiholog american, a inventat cuvântul *codependency* – codependență în 1979, și a început să facă lobby pentru el în anii '80; în cele din urmă, în anii '90, editorii l-au introdus în dicționar, când au apreciat că termenul devenise consacrat. W.H. Auden a declarat că dorea să fie recunoscut de către *OED* ca inventator de cuvinte – și, după multă vreme, a fost, pentru termenii *motted, metalogue, spitzy* și alții.[21] Dicționarul s-a prins astfel într-o buclă de feedback. A inspirat o sucită conștiință de sine în rândurile utilizatorilor și creatorilor de limbă. Anthony Burgess s-a plâns într-un text tipărit de incapacitatea lui de a pătrunde în dicționar: „Acum câțiva ani am inventat cuvântul *amation*, pentru arta sau actul de a face dragoste, și încă îl cred util. Însă a trebuit să-i conving pe alții să-l utilizeze în texte tipărite înainte de a fi eligibil pentru lexicografiere (dacă există acest cuvânt)" – știa că nu există. „Marea autoritate a lui T.S. Eliot a introdus rușinosul (în opinia mea) *juvescence* în volumul precedent al Suplimentului".[22] Burgess era foarte sigur că Eliot pur și simplu a scris greșit *juvenescence* – tinerețe, juveni-

* Exemplul clasic de *nonce-word* este cuvântul *quark*, ce apare o singură dată în opera lui James Joyce, *Ulise* (cu rol onomatopeic: *to quark like a duck* – „a măcăi ca o rață". Ulterior, acest cuvânt fără precedent și ulterior nefolosit a fost ales să desemneze o particulă subatomică (n.t.).

litate. Dacă aşa au stat lucrurile, ortografierea greşită a fost fie copiată, fie reluată peste douăzeci şi opt de ani de către Stephen Spender, astfel încât *juvescence* avea două citări, nu una. *OED* admite că este un cuvânt rar.

Oricât s-ar strădui *OED* să încorporeze fluiditatea limbii, nu poate decât să servească drept agent al cristalizării ei. Problema ortografierii creează dificultăţi speciale. „*Fiecare* formă în care un cuvânt a apărut de-a lungul istoriei" trebuie să fie inclusă.[23] Astfel, pentru *mackerel* („un bine cunoscut peşte de mare, *Scomber scombrus*, mult folosit în alimentaţie"), a doua ediţie din 1989 listează nouăsprezece ortografieri alternative. Dezgroparea surselor nu se sfârşeşte niciodată, totuşi, astfel încât articolul din ediţia a treia revizuită, din 2002, lista nu mai puţin de treizeci de variante: *maccarel, mackaral, mackarel, mackarell, mackerell, mackreel, mackrel, mackrell, macril, macrill, makarell, mackaral, makerel, makerell, makerelle, makral, makreill, makrel, makrell, makyerelle, maquerel* şi *maycril*. Ca lexicografi, editorii nu ar declara nicicând aceste alternative ca fiind greşite: „misspellings". Ei nu vor să-şi declare alegerea cuvântului de titlu al articolului, *mackerel*, ca fiind „cea corectă". Ei subliniază că examinează probele şi aleg „cea mai comună ortografiere curentă". Chiar şi aşa, survin consideraţii arbitrare: „Stilul Oxford are câteodată prioritate, ca în cazul verbelor care se pot termina în –ize sau –ise, când scrierea –ize este folosită întotdeauna". Ei ştiu că oricât de des şi oricât de ferm îşi declină o autoritate prescriptivă, cititorul se va adresa dicţionarului pentru a afla cum trebuie să se scrie un cuvânt. Nu pot evita contradicţiile. Se simt datori să includă cuvinte care le dau frisoane puriştilor. O nouă intrare precum cea din decembrie 2003 a menţionat *nucular*: „= nuclear *a.* [argou] (în diferite sensuri)". Şi totuşi, ei refuză să accepte erori evidente de ortografiere, găsite prin intermediul căutării pe Internet. Ei

nu recunosc *straight-laced*, deşi evidenţe statistice arată că forma bastardă depăşeşte numeric *strait-laced*.* Pentru cristalizarea ortografiei, *OED* oferă o explicaţie convenţională: „De la inventarea tiparului, ortografia a devenit mult mai puţin variabilă, pe de o parte fiindcă tipografii doreau uniformitate şi, pe de altă parte, datorită unui interes sporit faţă de studiul limbii în timpul Renaşterii". Este adevărat. Dar omite rolul dicţionarului însuşi, de arbitru şi exemplu.

Pentru Cawdrey, dicţionarul era total dedicat prezentului; el nu putea să vadă mai departe în timp. Samuel Johnson a fost mai explicit conştient de dimensiunea istorică a dicţionarului. El şi-a justificat ambiţiosul său program, pe de o parte, ca pe un mijloc de supunere a unui lucru sălbatic – lucrul sălbatic fiind limba, „care, deşi a fost utilizată în cultivarea fiecărei specii literare, a rămas ea însăşi până acum neglijată; s-a răspândit, în voia hazardului, într-o exuberanţă sălbatică; s-a supus tiraniei vremurilor şi a modei; şi s-a expus coruperii de către ignoranţă şi capriciile inovării".[24] Totuşi, nu mai devreme de *OED* a încercat lexicografia să dezvăluie întreaga formă a limbii de-a lungul timpului. *OED* devine o panoramă istorică. Proiectul capătă pregnanţă dacă era electronică este privită ca o nouă eră de oralitate, cuvântul eliberându-se de lanţurile reci ale tiparului. Nicio instituţie editorială nu întruchipează mai bine aceste lanţuri, dar *OED* încearcă, la rândul său, să le rupă. Editorii simt că nu mai pot aştepta ca un nou

---

* Indiferent de ortografiere (*spelling*), expresia înseamnă „excesiv de convenţional, ultraconservator, rigid în concepţii"; numai că *strait* înseamnă „strâmt, strâmtoare", pe când *straight* înseamnă, în principal „drept"; deoarece *laced* înseamnă „dantelat" – aluzie la aristocraţii plini de zorzoane vestimentare din secolele trecute –, este evident că *strait* este termenul care, împreună cu *laced*, sugerează sensul expresiei („strâns dantelaţi") şi nu *straight* („drept, curat, simplu dantelaţi") – ceea ce, în opinia noastră, le dă dreptate editorilor *OED* (n.t.).

cuvânt să iasă la tipar, ca să nu mai vorbim de o carte legată respectabil, înainte de a-l remarca. Pentru *tighty-whities* (chiloți bărbătești), nou în 2007, ei citează un text dactilografiat în jargonul campusului universitar din Carolina de Nord. Pentru *kitesurfer* (surfer cu zmeul), citează o postare pe Usenet newsgroup alt.kite și ulterior un ziar din Noua Zeelandă, găsit prin intermediul unei baze de date online. Biți în eter.

Atunci când Murray a început să lucreze la noul dicționar, ideea era de a găsi cuvinte și, odată cu ele, indicatoare către istoria lor. Nimeni nu avea habar câte cuvinte erau de găsit. Pe atunci, cel mai bun și cel mai cuprinzător dicționar al limbii engleze era unul american: cel al lui Noah Webster, de șaptezeci de mii de cuvinte. Acela era punctul de start. Unde erau de descoperit restul cuvintelor? Pentru primii editori ai ceea ce a devenit *OED*, a fost aproape de la sine înțeles că sursa, izvorul, trebuie să fie literatura limbii – îndeosebi cărțile de marcă și de calitate. Primii cititori ai dicționarului i-au dărăcit pe Milton și pe Shakespeare (încă cel mai citat autor, cu peste treizeci de mii de referințe), pe Fielding și pe Swift, au depănat istorii și predici, filosofi și poeți. Într-un celebru apel public din 1879, Murray anunța:

> Avem nevoie de o mie de cititori. Literatura de la sfârșitul secolului al XVI-lea este acoperită destul de bine; dar și aici mai sunt cărți de citit. Secolul al XVII-lea, cu atât de mulți autori în plus, se arată în mod firesc a fi un teritoriu și mai puțin explorat.

El considera teritoriul ca fiind unul vast, însă limitat. Fondatorii dicționarului intenționau în mod explicit să găsească fiecare cuvânt, indiferent câte ar fi fost până la urmă. Ei au plănuit un inventar complet. De ce nu ar fi trebuit să o facă? Numărul cărților nu era cunoscut, dar nici nelimitat, iar cuvin-

tele din aceste cărți erau numărabile. Sarcina părea formidabilă, însă finită.

Nu mai pare finită. Lexicografii acceptă nelimitarea limbii. Ei știu pe dinafară celebra remarcă a lui Murray: „Cercul limbii engleze are un centru bine definit, dar nicio circumferință discernabilă". În centru se află cuvintele pe care le știe toată lumea. La margini, unde Murray plasa argoul, jargonul, terminologia științifică și intruziunile din limbi străine, simțul limbii al fiecăruia diferă și al nimănui nu poate fi numit „standard".

Murray a considerat centrul „bine definit", însă și acolo pot fi văzute infinitudinea și dezordinea. Cele mai ușoare, cele mai comune cuvinte – acelea pe care Cawdrey nici nu s-a gândit să le includă – solicită, în *OED*, cele mai cuprinzătoare articole. Numai articolul despre *make* – a face – ar umple o carte: el piaptănă nouăzeci și opt de sensuri distincte ale verbului, și unele dintre aceste sensuri au câte o duzină sau mai multe subsensuri. Samuel Johnson a văzut problema acestor cuvinte și a găsit o soluție: să-și pună mâinile în cap.

> Munca mea a fost astfel mult sporită de o clasă de verbe prea frecvente în limba engleză, având o semnificație atât de largă și de generală, o întrebuințare atât de vagă și de nedeterminată, precum și sensuri deturnate atât de mult de la prima idee, încât e greu să le urmărim prin labirintul de variațiuni, să le prindem de pulpana totalei lor goliciuni, să le circumscriem prin orice fel de limitații ori să le interpretăm prin orice cuvinte cu sens distinct și stabil; așa sunt *bear, break, come, cast, full, get, give, do, put, set, go, run, make, take, turn, throw.** Dacă întreaga forță a tuturor acestora nu este oferită cu acuratețe, trebuie amintit că, în vreme ce limba noastră

* Credem că o traducere a acestor verbe ar fi aproape inutilă, deoarece fiecare dintre ele are și în românește o multitudine de sensuri, care sporește considerabil prin adăugarea unor prepoziții determinative (n.a.).

este încă vie și variabilă conform capriciilor fiecăruia dintre cei care o vorbesc, aceste cuvinte își modifică relațiile de la o oră la alta și nu pot fi introduse în dicționar mai mult decât poate un tufiș, în agitația unei furtuni, să fie delimitat cu precizie de imaginea sa răsfrântă în apă.

Johnson avea dreptate. Acestea sunt cuvinte pe care orice vorbitor de engleză le poate forța oricând, în orice situație, să exercite o funcție nouă, singure sau în combinații, inventiv sau nu, cu speranța de a se face înțeles. Cu fiecare revizuire, articolul din *OED* pentru un cuvânt precum *make* – a face – se subdivide mai departe și crește în dimensiuni. Sarcina este nelimitată într-o direcție spre interior.

Genul și mai evident de nelimitare apare la extremități. Neologismul nu încetează nicicând. Cuvintele sunt inventate de comitete: *tranzistor*, Bell Laboratories, 1948. Sau de mucaliți: *booboisie*, H.L. Mencken, 1922.* Majoritatea apar prin generare spontană, organisme apărute în eprubetă, precum *blog* (c. 1999). O grămadă de nou-veniți include *agroterrorism*, *bada-bing*, *bahookie* (o parte a corpului), *beer pong* (un joc de băutură), *bippy* (ca în expresia, pui rămășag pe ——— tău), *chucklesome*, *cypherpunk*, *tunage* și *wonky*.** Niciunul nu este ceea ce Cawdrey

---

* *Booboisie* – categorie de public lipsit de educație, prostime; vine de la combinarea aluzivă a cuvintelor *boo*, care înseamnă prost, nărod, și *bourgeoisie*, burghezie: „prostoghezie" (n.t.).

** *Bahookie* – (cuvânt de origine scoțiană) bucă, șezut; *bier pong* – un fel de „ping-pong" cu sticle sau halbe de bere (evident, băute, nu aruncate peste o masă); *bippy* – o parte a corpului neprecizată, dar sugestiv a fi de nerostit în public explicit, tocmai pentru că se pune în loc rădăcina *bip*, expresie sonoră și grafică a cuvântului acoperit de cenzură atunci când se prezintă publicului filme sau interviuri înregistrate în care se folosesc expresii licențioase; *chucklesome* – unul care chicotește, râde pe înfundate, mistocar, cotcar; *cypherpunk* – activist care militează pentru folosirea pe scară largă a criptografiei, a mesajelor criptate în lupta pentru schimbare socială; *tunage* – distribuție pe Internet (Twitter) a muzicii de calitate, chiar dacă nu de mare popularitate; *wonky* – rablagit, hodorogit (n.t.).

ar fi văzut printre „cuvintele uzuale dificile" şi niciunul nu se află în apropierea bine definitului centru al lui Murray, dar ele aparţin astăzi limbii comune: Chiar *bada-bing*: „sugerând ceva care se petrece subit, spectaculos, sau în mod uşor previzibil; «Chiar aşa!», «Presto!»". Citările istorice încep cu o înregistrare radio din 1965 a unui serial de comedie cu Pat Cooper şi continuă cu tăieturi din ziare, cu transcripturi de televiziune, precum şi o replică din primul film din seria *Godfather* – „Naşul": „O să te scoli uite-aşa şi bada-bing! le zbori creierii de sus până jos pe fiţosul tău costum de Ivy League". Lexicografii oferă, de asemenea, şi o etimologie, o excelentă probă de gândire ipotetică: „Origine incertă. Poate imitativ al sunetului unui răpăit de tobă urmat de zăngănitul unui cinel. Poate cf. italianului *bada bene* bagă bine la cap".

Limba engleză nu mai are un centru geografic, dacă l-a avut vreodată. Universul discursului omenesc a avut întotdeauna nişte ape teritoriale – bălţi locale. Limba vorbită într-o vale diferă de limba din valea alăturată, şi aşa mai departe. Există acum mai multe văi decât au fost vreodată, chiar dacă văile nu mai sunt acum atât de izolate. „Noi ascultăm limba", spunea Peter Gilliver, lexicograf şi istoric rezident de la *OEd*itura „Atunci când asculţi limba colecţionând bucăţi de hârtie, e în regulă, dar acum e ca şi cum poţi auzi orice s-ar spune peste tot. Luaţi o comunitate de expatriaţi ce trăiesc într-o parte a lumii unde nu se vorbeşte engleza, expatriaţi din Buenos Aires sau ceva de genul acesta. Engleza lor, engleza în care îşi vorbesc zi de zi, este plină de împrumuturi din spaniola locală. Şi astfel, ei vor privi acele împrumuturi ca făcând parte din idiolectul lor, din vocabularul lor personal." De asemenea, doar acum ei pot comunica pe *chat-rooms* şi pe bloguri. Atunci când inventează un cuvânt, îl poate auzi toată lumea. Atunci, el poate să devină ori nu o parte a limbii.

Dacă sensibilitatea urechilor lexicografilor are o limită ultimă, nimeni nu a descoperit-o încă. Invenţiile spontane pot avea un auditoriu de o singură persoană. Ele pot fi la fel de efemere ca şi particulele atomice într-o cameră de detecţie. Dar multe neologisme solicită un anumit nivel de cunoştinţe culturale împărtăşite. Poate că *bada-bing* nu ar fi făcut parte din engleza secolului XXI dacă nu ar fi existat experienţa comună a celor care au vizionat un program de televiziune american (deşi nu este citat de *OED*).

Întregul tezaur de cuvinte – lexicul – constituie un set de simboluri ale limbii. Este setul fundamental de simboluri, într-o anumită privinţă: cuvintele sunt primele unităţi de semnificaţie pe care le recunoaşte orice limbă. Ele sunt universal recunoscute. Dar, într-o altă privinţă, este departe de a fi fundamental: pe măsură ce comunicarea evoluează, mesajele dintr-o limbă pot fi făcute bucăţi, recompuse şi transmise în seturi de simboluri mult mai mici: alfabetul; puncte şi liniuţe; bătăi de tobă acute şi grave. Aceste seturi de simboluri sunt discrete. Lexicul nu este. E mai dezordonat. Creşte constant. Lexicografia se arată a fi o ştiinţă puţin potrivită pentru măsurători exacte. Se poate spune cu aproximaţie că engleza, cea mai cuprinzătoare şi cea mai răspândită limbă, posedă un număr de unităţi de semnificaţie care se apropie de un milion. Lingviştii nu posedă un etalon special, numai al lor; când încearcă să cuantifice ritmul neologizării, ei tind să caute în dicţionar pentru a se orienta şi chiar şi cel mai bun dicţionar fuge de acea responsabilitate. Extremităţile sunt întotdeauna estompate. Nu se poate trage o linie clară între cuvânt şi necuvânt.

Aşa că socotim cum putem. Cărticica lui Robert Cawdrey, fără nicio pretenţie de completitudine, conţinea un vocabular

de numai 2 500 de cuvinte. Noi avem acum un dicționar al limbii engleze mai complet decât era în 1600: subsetul *OED* conținând cuvinte curente pe atunci. Acel vocabular numără 60 000 de cuvinte și e în continuă creștere, pentru că descoperirea surselor din secolul al XVI-lea nu se sfârșește niciodată.[25] Chiar și așa, nu e decât o mică fracțiune din cuvintele folosite patru secole mai târziu. Explicația acestei creșteri explozive, de la 60 000 la un milion, nu este simplă. Mare parte din ceea ce acum are nevoie să capete un nume nu exista încă pe atunci, desigur. Și multe dintre cele care existau nu erau recunoscute. Nu exista nicio denumire pentru *tranzistor* în 1600, nici pentru *nanobacterie*, *webcam* sau *fen-phen*.* O parte din creștere provine din mitoză. Chitara se divide în electrică și acustică; alte cuvinte se divid prin reflecția unor nuanțe delicate (așa cum în martie 2007 *OED* a introdus un nou articol pentru *prevert* ca o formă a cuvântului *pervert*, considerând că *prevert* nu era doar o eroare de tipar, ci un efect umoristic deliberat). Alte cuvinte noi apar fără nicio inovație corespunzătoare în lumea lucrurilor reale. Ele se cristalizează în solventul informației universale.

Ce anume, este un *mondegreen*? Este un vers auzit greșit (așa cum, de exemplu, imnul creștin este auzit drept „Lead on, O kinky turtle . . .").** Examinând probele, *OED* citează mai întâi un eseu din 1954, din *Harper's Magazine*, de Sylvia Wright: „Ceea ce voi numi de aici încolo mondegreens, de vreme ce nimeni altcineva nu a născocit un cuvânt pentru ele".[26] Ea a explicat ideea și cuvântul astfel:

---

* *Fen-phen* – un medicament (anorectic) contra obezității (n.t.).

** „Arată-ne calea, O țestoasă perversă" – *kinky* însemnând, la propriu, creț, cârlionțat, dar în sens figurat și pervers, anormal din punct de vedere sexual. Versul corect este *lead on, oh king eternal* – „arată-ne calea, o rege etern". E, într-adevăr, o mare diferență! (n.t.).

Când eram mică, mama obișnuia să-mi citească din *Percy's Reliques* și una dintre poeziile mele favorite începea, din câte îmi amintesc, așa:

Voi Ținuturi de Sus și voi Ținuturi de Jos,
Oh, unde-ați fost [sub cer senin]?
I-au căsăpit pe contele Amurray,
și pe lady Mondegreen.

Apoi, cuvântul a stagnat, pentru câtva timp. Peste un sfert de secol, William Safire a discutat cuvântul într-un editorial despre limbă din *The New York Times Magazine*. După încă cincisprezece ani, în cartea sa *Instinctul limbii*, Steven Pinker oferă câteva exemple, de la „o fată cu colită trecea" la „bucuros ursul sașiu"* și remarcă: „Interesant în legătură cu mondegreenele este că erorile auditive sunt, în general, *mai puțin* plauzibile decât versurile originale".[27] Dar nu cărțile și revistele i-au dat viață cuvântului; au făcut-o site-urile de pe Internet, compilând mondegreene cu miile. *OED* a recunoscut cuvântul în iunie 2004.

Un mondegreen nu este un tranzistor, inerent modern. Modernitatea sa e mai greu de explicat. Ingredientele – cântece, cuvinte și o înțelegere imperfectă – sunt la fel de vechi pe cât e și civilizația. Și totuși, pentru ca mondegreenele să apară

* Încurcături de ureche, nu de limbă, cum le-am putea spune, absolut delicioase – din păcate intraductibile: „o fată cu colită trecea" – *a girl with colitis go by* este o deformare teribilă a unui vers din cântecul grupului The Beatles, „Lucy in the Sky with Diamonds": *a girl with kaleidoscope eye* – „o fată cu ochi caleidoscopici"! Iar „bucuros ursul sașiu" – *Gladly cross-eyed bear* este o absurditate nemaipomenită, născută din auzirea corectă a unor foneme care au sens doar dacă sunt ortografiate așa cum trebuie: *Gladly cross I'd bear* – „bucuros crucea aș purta". Tot bucuros, la rândul meu, mărturisesc că deslușirile acestor *mondegreene* mi-au fost livrate, printre hohote de râs cu lacrimi, de către fiica mea și soțul ei din Statele Unite, Irina și Taylor Holmes. În schimb, prin mine, au aflat și ei despre existența termenului *mondegreen* (n.t.).

într-o cultură și pentru ca *mondegreen* să existe în lexic, era nevoie de ceva nou: un nivel modern de conștiință de sine lingvistică și interconectare. Era nevoie ca oamenii să audă greșit versurile nu doar o dată, nu doar de mai multe ori, ci destul de des pentru a deveni conștienți de eroarea auditivă ca de un lucru ce merită să fie discutat. Ei aveau nevoie de alți oameni cu care să împărtășească recunoașterea erorii. Până în cele mai moderne timpuri, mondegreenele, ca și nenumărate alte fenomene culturale sau psihologice, pur și simplu nu aveau nevoie să fie numite. Cântecele însele nu erau atât de comune; oricum, nu erau ascultate în lifturi și pe telefoane mobile. Cuvântul *lyrics*, însemnând cuvintele unui cântec, nu a existat până în secolul al XIX-lea. Condițiile pentru mondegreene au avut nevoie de mult timp să se coacă. Similar, verbul *to gaslight* înseamnă acum „să manipulezi o persoană prin mijloace psihologice, punând la îndoială sănătatea sa mintală"; el există numai pentru că suficient de mulți oameni au văzut filmul din 1944 cu acel titlu și au putut să presupună că ascultătorii lor văzuseră filmul la rândul lor. Nu ar fi putut limba pe care o vorbea Cawdrey – și care era, la urma urmei, bogata și fertila limbă a lui Shakespeare – să fi găsit o utilizare pentru un astfel de cuvânt? Nu are importanță: tehnologia pentru *gaslight* nu fusese inventată. Nici tehnologia pentru cinematografie.

Lexicul este o măsură a experienței împărtășite, care provine din interconectare. Numărul de utilizatori ai limbii reprezintă doar prima parte a ecuației: saltul în patru secole de la 5 milioane de vorbitori de engleză la un miliard. Factorul de propulsie este numărul de conexiuni dintre și printre acești vorbitori. Un matematician ar putea spune că schimbul de mesaje crește nu geometric, ci combinatoric, ceea ce înseamnă mult, mult mai rapid. „Mă gândesc la o oală sub care tempe-

ratura a fost dată la maximum", a spus Gilliver. „Datorită interconectării lumii vorbitoare de engleză, orice cuvânt poate țâșni din baltă. Și sunt încă bălți locale, însă ele au această conectare instantanee la discursul obișnuit din viața de toate zilele." La fel ca și tiparul, telegraful și telefonul de dinaintea sa, Internetul transformă limba prin simpla transmitere diferită a informației. Ceea ce face ciberspațiul diferit față de toate tehnologiile anterioare ale informației este amestecul său de scale, de la cea mai vastă până la cea mai minusculă, fără prejudicii, prin transmisiuni către milioane, comunicări restrânse către grupuri și mesaje instantanee unu la unu.

Totul survine ca o destul de neașteptată consecință a inventării mașinii de calcul. La început, se părea că aceasta e legată de numere.

4 A RĂSPÂNDI PUTERILE GÂNDIRII ÎNTR-O MAȘINĂRIE

(LO, ARITMETICIANUL EXTATIC)

Lumină aproape solară a fost extrasă din resturi de pește; focul a fost supus de lampa lui Davy; iar mașinăria a fost învățată aritmetică în loc de poezie.[1]

– Charles Babbage (1832)

Nimeni nu s-a îndoit că Charles Babbage era sclipitor. Și nimeni nu prea a înțeles natura geniului său, care a rămas departe de centrul atenției pentru multă vreme. Ce spera să realizeze? Din acest punct de vedere, care era, exact, ocupația lui? Când a murit la Londra, în 1871, autorul de necrologuri al ziarului *Times* l-a declarat drept „unul dintre cei mai activi și originali dintre gânditorii originali", dar lăsa impresia că el fusese cel mai bine cunoscut pentru lunga și excentrica sa cruciadă împotriva muzicanților și a flașnetarilor ambulanți.[2] Poate că lui nu i-ar fi păsat. Era multilateral și se mândrea cu asta. „El a demonstrat o mare dorință de a cerceta cauzele lucrurilor care uimesc mințile copiilor", a spus un elogios comentator american. „El a eviscerat jucăriile ca să vadă cum funcționează."[3] Babbage nu aparținea întru totul vremurilor sale, care se autointitulau Epoca Aburului sau Era Mașinistă. El s-a ocupat de utilizările aburului și ale mașinilor și s-a considerat pe sine drept un om pe de-a-ntregul modern, dar a fost urmărit și de o multitudine de pasiuni și obsesii – decriptarea cifrurilor, descuierea lacătelor, faruri marine, inelele copacilor, poșta –, a căror logică a devenit ceva mai clară abia peste un secol. Cercetând economia poștei, el a fost călăuzit de o intuiție contraintuitivă, anume că originea costurilor celor mai însemnate nu era transportul fizic al coletelor de hârtie, ci „verificarea" lor – calcularea distanțelor și încasarea plăților corecte –, și astfel a inventat ideea

modernă a tarifelor poştale standardizate. Era îndrăgostit de plimbările cu barca, prin care el înţelegea nu „munca manuală a vâslitului, ci arta mai intelectuală a navigaţiei cu pânze".[4] Era pasionat de trenuri. A pus la punct un dispozitiv de înregistrare pentru calea ferată, care folosea tocuri cu cerneală pentru trasarea de curbe pe nişte suluri de hârtie lungi de o mie de picioare: o combinaţie de seismograf şi vitezometru, care înscria istoria vitezei unui tren, precum şi toate hopurile şi zgâlţâielile acestuia de-a lungul drumului.

Pe când era tânăr, oprindu-se la un han din nordul Angliei, s-a amuzat aflând că tovarăşii săi de călătorie avuseseră o dispută legată de ocupaţia lui:

> „Domnul înalt din colţ", mi-a spus informatorul meu, „a susţinut că lucraţi în domeniul articolelor de uz casnic; pe când domnul cel gras care stătea lângă dumneavoastră era destul de sigur că vă ocupaţi de comerţul cu spirt. Altcineva le-a spus că se înşală amândoi: în opinia lui, călătoriţi cu un mare industriaş din industria fierului".
>
> „Ei bine", am spus eu, „dumneavoastră, bănuiesc, aţi ghicit vocaţia mea ceva mai bine decât amicii noştri".
>
> „Da", spuse informatorul meu, „am ştiut cât se poate de bine că lucraţi în comerţul cu dantelă de Nottingham".[5]

Putea fi descris ca matematician profesionist şi, totuşi, în acea situaţie, el vizita atelierele şi manufacturile din ţară, încercând să descopere ultimul nivel tehnic în domeniul maşinilor unelte. După cum a remarcat, „cei care se bucură de timp liber cu greu pot găsi o preocupare mai interesantă şi mai instructivă decât inspectarea atelierelor din propria lor ţară, care conţin o bogată mină de cunoştinţe, în general prea mult neglijate de clasele înstărite".[6] El însuşi nu a neglijat niciun filon de cunoaştere. A devenit expert în manufactura dantelei de

Nottingham; la fel, în utilizarea prafului de pușcă în carierele de calcar; în tăierea precisă a sticlei cu diamante; și în toate utilizările mașinilor pentru a produce energie, a face economie de timp și a transmite semnale. A analizat prese hidraulice, pompe de aer, gazometre și aparate de filetat șuruburi. La sfârșitul voiajului său știa ca nimeni altul din Anglia despre fabricarea acelor cu gămălie. Cunoștințele sale erau practice și metodice. Estima că o livră de bolduri necesita munca a zece bărbați și femei timp de cel puțin șapte ore și jumătate, făcând următoarele operații: trasul sârmei, îndreptarea sârmei, răsucirea și tăierea capetelor colacilor de sârmă, cositorirea sau înălbirea și, în sfârșit, împachetarea cu hârtie. A calculat costul fiecărei operații în milionimi de penny. Și a notat că acest proces, odată dus la perfecțiune, își trăia ultimele zile: un american inventase o mașină automată care efectua mai rapid aceste operații.[7]

Babbage a inventat propria lui mașină, un mecanism enorm și sclipitor de aramă, cositor și plumb, alcătuit din mii de manivele și rotoare, angrenaje și roți dințate, toate îmbinate cu maximă precizie. Și-a petrecut lunga-i viață lucrând la perfecționarea ei, întâi într-o primă întruchipare, apoi într-o a doua, dar totul s-a petrecut mai ales în mintea lui. Nu a ajuns să se materializeze nicăieri în altă parte. Ocupă astfel un loc extrem și aparte în analele invenției: un eșec și, totodată, una dintre cele mai măreț realizări intelectuale ale omenirii. A eșuat pe o scară colosală, ca proiect științifico-industrial „pe cheltuiala națiunii, pentru a fi deținut în proprietate națională", finanțat de Trezorerie timp de aproape douăzeci de ani, începând din 1823, cu o alocație a Parlamentului de 1 500 de lire, și până în 1842, când prim-ministrul l-a suspendat.[8] Ulterior, proiectul lui Babbage a fost uitat. A dispărut din rândul invențiilor. Mai

târziu, însă, a fost redescoperit şi a devenit influent retroactiv, strălucind ca o făclie din trecut.

La fel ca războaiele de ţesut, forjele, fabricile de cuie şi atelierele de sticlărie din călătoriile sale prin nordul Angliei, maşina lui Babbage era proiectată să fabrice mari cantităţi dintr-un anumit produs. Produsul erau numere. Maşina deschidea un canal dinspre lumea corporală a materiei spre o lume de pure abstracţiuni. Maşina nu consuma niciun fel de materie primă – inputul şi outputul neavând greutate –, însă avea nevoie de o forţă considerabilă pentru a pune roţile în mişcare. Toată acea maşinărie ar fi umplut o cameră şi ar fi cântărit câteva tone. Producând numere, după cum a conceput-o Babbage, solicita un grad de complexitate mecanică la limita tehnologiei disponibile. Boldurile erau uşoare în comparaţie cu numerele.

Nu era firesc să gândeşti numerele ca pe un produs fabricat. Ele existau în minte sau în abstractizarea ideală, în perfecta lor infinitate. Nicio maşină nu putea să suplimenteze oferta mondială. Numerele produse de maşina lui Babbage erau vizate a fi acelea cu semnificaţie: numere cu sens. De exemplu, 2,0969100113 avea un sens ca logaritm de 125. (Dacă *fiecare* număr are o semnificaţie avea să fie o enigmă pentru secolul următor.) Semnificaţia unui număr putea fi exprimată ca o relaţie cu un alt număr sau ca răspuns al unei anumite probleme de aritmetică. Babbage însuşi nu a vorbit în termeni de semnificaţie; el a încercat să-şi explice maşina în mod pragmatic, în termeni de a introduce numerele în maşină şi de a vedea cum alte numere ies din ea sau, puţin mai fantezist, în termeni de a pune întrebări maşinii, aşteptând un răspuns. Indiferent cum, el a avut dificultăţi în a-şi preciza ideea. A bombănit astfel:

De două ori am fost întrebat: – „Domnule Babbage, dacă introduceți în mașină numere eronate, va mai ieși răspunsul corect?". Într-un caz, un membru al Camerei Superioare, în celălalt, unul din Camera Inferioară [a Parlamentului] a pus această întrebare. Nu sunt în stare să pricep genul de confuzie de idei care ar putea să cauzeze o astfel de întrebare.[9]

Oricum, mașina nu era gândită să fie vreun soi de oracol, care să fie consultat de către indivizi veniți de la mari depărtări, din lumea largă, pentru răspunsuri matematice. Misiunea principală a mașinii era să printeze numere în masă. Pentru portabilitate, faptele aritmeticii puteau fi exprimate în tabele și legate în cărți.

Lui Babbage, lumea i se părea a fi alcătuită din astfel de fapte. Ele erau „constantele naturii și ale artei".[10] Le colecționa pretutindeni. A compilat un Tabel de constante ale clasei mamifere: oriunde se ducea, cronometra respirația și pulsul porcilor și vacilor. A inventat o metodă statistică de a face tabele cu speranța de viață pentru oarecum obscura afacere a asigurărilor. A configurat un tabel de greutăți în grame pe yard pătrat ale diferitelor țesături: batist, stambă, nanchin, muselină, mătase și voal. Un alt tabel arăta frecvența relativă a tuturor literelor duble în engleză, franceză, italiană, germană și latină. A studiat, a calculat și a publicat un tabel al frecvenței relative a cauzelor spargerii geamurilor de la ferestre, distingând 464 de cauze diferite, dintre care nu mai puțin de paisprezece implicau „bărbați, femei sau copilandri beți". Însă tabelele cele mai dragi inimii lui erau și cele mai pure: tabele de numere și numai numere, mărșăluind ordonat de-a lungul și de-a latul paginilor în impunătoare rânduri și coloane, modele de evaluare abstractă.

O carte de numere: dintre toate speciile de tehnologie a informației, ce obiect straniu și puternic este acesta. „Lo! aritmeticianul extatic!", a scris Élie de Joncourt în 1762. „Ușor de mulțumit, el nu cere dantelă de Bruxelles, nici trăsură cu șase cai." Propria contribuție a lui Joncourt era un mic volum *in quarto* în care erau trecute primele 19 900 de numere triangulare. Aceste numere erau foarte simple, fiind sumele primelor *n* numere întregi: 1, 3 (1 + 2), 6 (1 + 2 + 3), 10 (1 + 2 + 3 + 4), 15, 21, 28, și așa mai departe. Ele i-au interesat pe teoreticienii numărului începând cu Pitagora. Ofereau puțin în ceea ce privește utilitatea, dar Joncourt rapsodia despre plăcerea lui de a le compila, iar Babbage l-a citat cu adâncă simpatie: „Numerele au multe farmece, nevăzute de ochii vulgari și descoperite numai de către neobosiții și respectuoșii fii ai artei. Dulce plăcere poate să rezulte din astfel de contemplări".[11]

Tabelele numerice făcuseră parte din afacerea cu cărți chiar înainte de începutul erei tiparului. Lucrând la Bagdad în secolul al IX-lea, Abu Abdullah Mohammad Ibn Musa al-Khwarizmi, al cărui nume supraviețuiește în cuvântul *algoritm*, a conceput tabele de funcții trigonometrice, care s-au răspândit prin Europa și spre est, către China, scrise și copiate de mână, timp de sute de ani. Tiparul a adus tabelele numerice pe tărâmul lor: ele erau o firească primă aplicație în producția de masă a datelor. Pentru oamenii care aveau nevoie de aritmetică, tabelele de înmulțiri au ocupat un teritoriu din ce în ce mai vast: 10 ′ 1000, apoi 10 ′ 10 000 și ulterior până la 1 000 ′ 1 000. Erau tabele de numere la pătrat, la cub, rădăcini și inverse. O formă timpurie de tabel a fost cel de efemeride sau almanahul, care lista pozițiile soarelui, lunii și ale planetelor pentru astrologi. Comercianții au găsit utilizări ale cărților cu numere. În 1582, Simon Stevin a scos *Tafelen van Interest*, un compendiu de dobânzi pentru bancheri și cămătari. El promova noua arit-

metică zecimală pentru „astrologi, arpentori, tapițeri, dogari și stereometri, în general, șefi de monetărie și toți comercianții".[12] Când Cristofor Columb a pornit spre Indii, a luat cu el să-i fie de ajutor în navigație o carte cu tabele de Regiomontanus, tipărită la Nüenberg două decenii după invenția linotipului în Europa.

Cartea lui Joncourt de numere triangulare era mai pură decât oricare dintre acestea – ceea ce e totuna cu a spune că era inutilă. Orice număr triangular arbitrar poate fi găsit (sau creat) printr-un algoritm: se înmulțește n cu $n + 1$ și se împarte la 2. Așa că întregul compendiu al lui Joncourt, ca un maldăr de informații de stocat și de transmis, se năruie într-un norișor de fum, reducându-se la o formulă de un rând. Formula conține toată informația. Cu ea, orice om capabil de simpla înmulțire (nu erau mulți) poate să genereze orice număr triangular la comandă. Joncourt știa acest lucru. Și totuși, el și editorul său, M. Husson, din Haga, au găsit că merita să pună tabelele în șpalt, trei perechi de coloane pe pagină, fiecare pereche listând treizeci de numere naturale în rând cu numerele lor triangulare corespunzătoare, de la 1 (1) la 19 999 (199 990 000), fiecare număr cules individual de către tipograf din casetele de caractere metalice, aliniat într-un cadru și inserat într-o ramă de fier de pus la presă.

De ce? Dincolo de obsesie și efervescență, creatorii tabelelor numerice aveau sentimentul valorii lor economice. Conștient sau nu, ei au socotit prețul acestor date speciale punând în balanță dificultatea de a calcula și căutarea lor într-o carte. Precalcularea plus stocarea datelor plus transmiterea datelor ieșeau, de obicei, mai ieftin decât calculul ad hoc. Existau „computere" și „calculatoare": acestea erau oameni cu abilități speciale, și, una peste alta, calculul era costisitor.

Începând din 1767, Comitetul pentru Longitudini din Anglia a comandat publicarea anuală a unui *Almanah nautic*, cu tabele de poziții ale Soarelui, Lunii, stelelor, planetelor și sateliților lui Jupiter. De-a lungul următoarei jumătăți de secol, o rețea de calculatori au efectuat munca – treizeci și patru de bărbați și o femeie, Mary Edwards, din Ludlow, Shropshire, toți lucrând la casele lor. Munca lor conștiincioasă le aducea 70 de lire pe an.[13] Calculul era o industrie domestică. Se cerea un oarecare simț matematic, dar nu neapărat un geniu; existau niște reguli pas cu pas pentru fiecare tip de calcul. În orice caz, fiind niște ființe umane, calculatorii comiteau erori, astfel încât munca era făcută adesea de două ori de dragul redundanței. (Din păcate, oameni fiind, calculatorii erau câteodată prinși că făceau economie de efort copiind unii de la alții.) Pentru coordonarea fluxului de informații, proiectul a angajat un comparator de efemeride și corector al probelor. Comunicarea dintre calculatori și comparator se făcea prin poștă, călare sau pe jos, un mesaj la câteva zile.

O invenție a secolului al XVII-lea fusese catalizatorul întregii întreprinderi. Această invenție era ea însăși o specie de număr, numit *logaritm*. Era numărul ca unealtă. Henry Briggs explica:

> Logaritmii sunt numere inventate pentru rezolvarea mai ușoară a problemelor de aritmetică și geometrie. Numele este derivat din *Logos*, care înseamnă *rațiune*, și *Arithmos*, adică *numere*. Prin ele, înmulțirile și împărțirile dificile din aritmetică sunt evitate și efectuate numai prin adunare în loc de înmulțire și prin scădere în loc de împărțire.[14]

În 1614, Briggs era profesor de geometrie – primul profesor de geometrie – la Gresham College din Londra, ulterior locul

de naştere al Societăţii Regale. Fără logaritmi, el alcătuise deja două cărţi de tabele, *Un tabel de aflat înălţimea polului, dată fiind declinaţia magnetică* şi *Tabele pentru îmbunătăţirea navigaţiei*, când a sosit din Edinburgh o carte ce promitea „să înlăture toate dificultăţile care până acum au existat în calculele matematice".

> Nu există nimic (iubiţi studenţi în matematică) atât de supărător în practica matematică, nimic de natură să-i necăjească şi să-i stânjenească mai mult pe calculatori decât înmulţirile, împărţirile, extragerea rădăcinilor pătrate şi cubice ale numerelor mari care, pe lângă plicticosul consum de timp, sunt, în cea mai mare parte, supuse multor erori alunecoase.[15]

Această nouă carte propunea o metodă care ar fi eliminat în cea mai mare parte consumul de timp şi erorile. Era ca o lanternă electrică trimisă într-o lume lipsită de lumină. Autorul era un scoţian bogat, John Napier (sau Napper, Nepair, Naper sau Neper), al optulea lord de Merchiston Castle, un teolog şi bine cunoscut astrolog care îşi făcuse, de asemenea, un hobby din matematică. Briggs era nerăbdător. „Naper, lord de Markinston, mi-a pus capul şi mâinile la treabă", a scris el. „Sper să-l cunosc vara aceasta, cu voia lui Dumnezeu, căci nu am văzut carte care să-mi fi plăcut şi să mă fi uimit mai mult."[16] A făcut pelerinajul în Scoţia şi acolo, prima lor întâlnire, după cum a consemnat el mai târziu, a început cu un sfert de oră de tăcere: „L-am petrecut fiecare privindu-l pe celălalt aproape cu admiraţie înainte de a scoate un cuvânt".[17]

Briggs a deştărmat vraja: „*My Lord*, am întreprins această lungă călătorie cu scopul de a vă cunoaşte în persoană şi de a afla prin ce mecanism de inteligenţă sau inventivitate aţi ajuns să fiţi primul care să gândească acest excelent ajutor pentru

astronomie, logaritmii; dar, *my Lord*, odată descoperiți de către dumneavoastră, mă uimește că nimeni altcineva nu i-a descoperit înainte, când, odată cunoscuți, totul e atât de ușor". A stat la moșier câteva săptămâni, studiind.

În timpurile moderne, un logaritm este un exponent. Un student învață că logaritmul lui 100, folosind 10 ca bază, este 2, deoarece $100 = 10^2$. Logaritm de 1 000 000 este 6, deoarece 6 este exponent în expresia $1\ 000\ 000 = 10^6$. Pentru a înmulți două numere, un calculator poate doar să caute logaritmii lor și să-i adune. De exemplu:

$$100 \times 1\ 000\ 000 = 10^2 \times 10^6 = 10^{(2+6)}$$

Căutând în tabele și adunând este mai ușor decât să înmulțești.

Însă Napier nu și-a exprimat ideea în acest fel, în termeni de exponenți. El a prins ideea în mod visceral: el gândea în termeni de relații între diferențe și proporții. O serie de numere cu o diferență fixă este o progresie aritmetică: 0, 1, 2, 3, 4, 5 ... Când numerele sunt separate de o proporție fixă, progresia este geometrică: 1, 2, 4, 8, 16, 32 ... Puneți aceste progresii una lângă cealaltă,

0 1 2 3 4 5	(logaritmi în baza 2)
1 2 4 8 16 32	(numere naturale)

iar rezultatul este un tabel rudimentar de logaritmi – rudimentar, pentru că exponenții numere întregi sunt cei facili. Un tabel de logaritmi util trebuia să umple golurile, cu multe zecimale de acuratețe.

În mintea lui Napier exista o analogie: diferențele sunt față de raporturi așa cum adunarea este față de înmulțire.

Gândirea lui traversa de la un plan la altul, de la relaţii spaţiale la numere pure. Aliniind aceste scale una lângă cealaltă, el oferea unui calculator un mijloc practic de a converti înmulţirea în adunare – coborând, prin urmare, de la sarcina dificilă la cea mai uşoară. Într-un anume fel, metoda este un gen de traducere sau codificare. Numerele naturale sunt codificate ca logaritmi. Calculatorul îi caută într-un tabel, cartea de coduri. În acest nou limbaj, calculul este uşor: adunare în loc de înmulţire sau înmulţire în loc de ridicare la putere. Când lucrarea este încheiată, rezultatul este tradus înapoi în limbajul numerelor naturale. Napier, firește, nu putea gândi în termeni de codificare.

Briggs a revizuit şi a extins secvenţele numerice necesare şi a publicat o carte proprie, *Logarithmicall Arithmetike* plină de aplicaţii pragmatice. Pe lângă logaritmi, el a prezentat tabele de latitudini ale declinaţiei solare an de an; a arătat cum să se afle distanţa dintre două locuri, date fiind latitudinile şi longitudinile lor; şi a întocmit un ghid stelar cu decli-

NUMERE NATURALE	LOGARITMI ÎN BAZA 2
1	0
2	1
3	1,5850
4	2
5	2,3219
6	2,5850
7	2,8074
8	3
9	3,1699
10	3,3219
11	3,4594
12	3,5850
13	3,7004
14	3,8074
15	3,9069
16	4
17	4,0875
18	4,1699
19	4,2479
20	4,3219
21	4,3923
22	4,4594
23	4,5236
24	4,5850
25	4,6439
26	4,7004
27	4,7549
28	4,8074
29	4,8580
30	4,9069
31	4,9542
32	5
33	5,0444
34	5,0875
35	5,1293
36	5,1699
37	5,2095
38	5,2479
39	5,2854
40	5,3219
41	5,3576
42	5,3923
43	5,3923
44	5,4594
45	5,4919
46	5,5236
47	5,5546
48	5,5850
49	5,6147
50	5,6439

naţii, distanţa polară şi ascensiunea directă. Unele dintre acestea reprezentau cunoştinţe necompilate vreodată şi unele erau cunoştinţe orale făcând tranziţia spre tipar, după cum se poate vedea în denumirile nu tocmai formale ale stelelor: *Pole Starre* [Steaua Polară], *girdle of Andromeda* [Brâul Andromedei], *Whales Bellie* [pântecele Balenei], *the brightest in the harpe* [cea mai strălucitoare din liră] şi *the first in the great Beares taile next her rump* [prima din coada Ursei Mari lângă târtiţa ei].[18] Briggs a avut în vedere şi probleme financiare, oferind reguli de calcul al dobânzii, retroactiv şi prospectiv. Noua tehnologie era o cumpănă a apelor: „Se mai poate remarca aici că folosirea a 100 de lire pe zi la o rată a dobânzii de 8, 9, 10 sau asemenea, timp de un an abia dacă a fost cunoscută, până când au fost descoperiţi logaritmii: căci altminteri solicită atât de laborioase extrageri de rădăcini, încât ar costa mai multă caznă decât ar valora cunoaşterea lucrului de calculat".[19] Cunoaşterea are o valoare şi un cost ale descoperirii, fiecare de socotit şi cântărit.

Chiar şi această descoperire incitantă a avut nevoie de mai mulţi ani pentru a ajunge până la Johannes Kepler, care a folosit-o pentru perfecţionarea tabelelor sale cereşti din 1627, bazate pe datele sârguincios adunate de către Tycho Brahe. „A apărut pe scenă un baron scoţian (i-am uitat numele), care a făcut un lucru excelent", i-a scris Kepler unui prieten, „transformând orice înmulţire şi împărţire în adunare şi scădere".[20] Tabelele lui Kepler erau de departe mai precise – poate de treizeci de ori mai exacte – decât ale oricăruia dintre predecesorii săi medievali, iar acurateţea a făcut posibil ceva cu totul nou, armoniosul lui sistem heliocentric, cu planetele orbitând Soarele pe traiectorii eliptice. Din acel moment şi până la apariţia maşinilor electronice, majoritatea calculelor omeneşti au fost efectuate cu ajutorul logaritmilor.[21] Un profesor al lui

Kepler a pufnit: „Nu e potrivit pentru un profesor de matematică să manifeste o plăcere copilărească numai pentru că socotitul a fost făcut mai uşor".[22] Dar de ce nu? De-a lungul secolelor, toţi au simţit acea plăcere făcând socoteli: Napier şi Briggs, Kepler şi Babbage, alcătuind listele lor, construind coloanele lor de raporturi şi proporţii, perfecţionând mecanismele lor de transformare a numerelor în numere. Şi apoi, comerţul mondial le-a validat plăcerea.

Charles Babbage s-a născut de Boxing Day*, în 1791, aproape de sfârşitul secolului care a început cu Newton. Casa lui se afla pe malul stâng al Tamisei, în Walworth, Surrey, încă un cătun, deşi Podul Londrei se găsea la cel mult o jumătate de oră de mers chiar şi pentru un băieţel. Era fiul unui bancher, el însuşi fiu şi nepot de meşteri aurari. În Londra copilăriei lui Babbage, Era maşinistă se făcea simţită pretutindeni. O nouă specie de impresari făcea demonstraţii cu noile maşinării în expoziţii. Spectacolele care atrăgeau cele mai numeroase mulţimi prezentau automate – păpuşi mecanice, ingenioase şi delicate, cu roţi şi pinioane, ce imitau însăşi viaţa. Charles Babbage a mers cu mama sa la Muzeul Mecanic al lui John Merlin, din Hanover Square, plin de ceasornice şi cutii muzicale şi, cel mai interesant, simulacre de fiinţe vii. O lebădă de metal îşi îndoia gâtul să prindă un peşte de metal, mişcată de resorturi şi came ascunse. În mansarda atelierului artistului, Charles a văzut o pereche de dansatoare dezbrăcate, alunecând şi îndoindu-se, făcute din argint la o cincime din mărimea naturală. Însuşi Merlin, mai vârstnicul lor creator, a spus că lucrase ani de zile la aceste maşini, favoritele sale, încă neterminate. Una dintre

---

* *Boxing Day* – a doua zi de Crăciun; contrar aparenţelor, numele acestei celebrări religioase (având o etimologie nesigură şi controversată) nu are nimic de a face cu boxul, ci vine de la *box* – „cutie" (de metal sau lemn) în care se strângeau, pe 26 decembrie, la biserică bani şi daruri pentru cei nevoiaşi (n.t.).

figurine îl impresionase în mod deosebit pe Charles prin grația și aparenta sa însuflețire. „Această doamnă se fandosea în chipul cel mai fascinant", își amintea el. „Ochii săi erau plini de imaginație și irezistibili."[23] Într-adevăr, pe când era un bărbat la patruzeci de ani a găsit dansatoarea de argint a lui Merlin la o licitație, a cumpărat-o pentru 35 de lire, a pus-o pe un piedestal în casa lui și i-a acoperit formele nude în hăinuțe dichisite.[24]

Băiatul era, de asemenea, îndrăgostit de matematică – un interes foarte îndepărtat de artele mecanice, după cât se părea. A învățat de unul singur pe bucățele și fărâmițe din cărțile pe care le-a putut găsi. În 1810 a intrat la Trinity College, Cambridge – tărâmul lui Newton și încă centrul moral al matematicii din Anglia. Babbage a fost de îndată dezamăgit: a descoperit că știa deja despre obiectul modern mai mult decât tutorii lui și că plusul de cunoaștere pe care îl căuta nu era de găsit acolo, poate că nicăieri în Anglia. A început să-și procure cărți străine – îndeosebi din Franța lui Napoleon, cu care Anglia se afla în război. De la un librar de specialitate din Londra a cumpărat cartea lui Lagrange *Teoria funcțiilor analitice* și „marea lucrare a lui Lacroix, despre *Calculul diferențial și integral*".[25]

Avea dreptate: la Cambridge, matematica stătea pe loc. În urmă cu un secol, Newton fusese abia al doilea profesor de matematică din câți avusese universitatea vreodată; toată forța și întreg prestigiul disciplinei proveneau din moștenirea lui. Acum măreața lui umbră acoperea matematica engleză ca un blestem. Cei mai avansați studenți învățau strălucitele și ezotericele sale „fluxiuni" și dovezile geometrice din opera sa *Principia*. În mâinile oricui altcineva decât Newton, vechile metode ale geometriei nu produceau decât frustrări. Formulările sale ciudate ale calculului infinitezimal făceau

prea puțin bine moștenitorilor săi. Erau tot mai izolate. Profesorimea engleză „privea orice tentativă de inovație ca pe un păcat față de memoria lui Newton", a spus un matematician din secolul al XIX-lea.[26] Pentru apa curgătoare a matematicii moderne, un student trebuia să privească în altă parte, spre continent, către „analiza" și limbajul de diferențiere așa cum fusese inventat de către rivalul și blestemul lui Newton, Gottfried Wilhelm Leibniz. În mod fundamental, exista un singur calcul infinitezimal. Newton și Leibniz știau cât de asemănătoare erau rezultatele muncii lor – suficient cât să se acuze reciproc de plagiat. Însă ei au elaborat sisteme de notație incompatibile – limbaje diferite –, și, în practică, aceste diferențe de suprafață contau mai mult decât asemănarea fundamentelor. Simbolurile și operatorii erau acele instrumente cu care matematicienii aveau de lucru, la urma urmelor. Spre deosebire de majoritatea studenților, Babbage a devenit fluent în ambele – „punctele lui Newton, *d*-urile lui Leibniz"[27] – și a simțit că văzuse lumina. „Este întotdeauna dificil să gândești și să raționezi într-un nou limbaj."[28]

Într-adevăr, limbajul în sine l-a izbit ca un obiect potrivit studiului filosofic – o tematică în care s-a abătut și el din când în când. A gândi despre limbaj, în vreme ce gândești în limbaj, conduce la încurcături și paradoxuri. Babbage a încercat o vreme să inventeze ori să construiască un limbaj universal, un sistem de simboluri care să fie eliberat de idiosincrazii și imperfecțiuni locale. Nu era primul care să încerce așa ceva. Leibniz însuși a pretins că era pe punctul de a crea o *characteristica universalis*, care ar dărui omenirii „un nou tip de instrument ce va spori puterile rațiunii mult mai mult decât orice instrument optic a mărit vreodată puterea vederii".[29] Pe măsură ce filosofii au ajuns față în față cu multiplicitatea dialectelor lumii, ei au privit adeseori limba nu ca pe un receptacul per-

fect al adevărului, ci ca pe o sită prin care acesta se scurge. Confuzia în ceea ce privește semnificațiile cuvintelor ducea la contradicții. Ambiguitățile și falsele metafore nu erau cu siguranță inerente naturii lucrurilor, ci se iveau dintr-o alegere nesatisfăcătoare a semnelor. Dacă unul măcar ar putea găsi o tehnologie mentală adecvată, un adevărat limbaj filosofic! Alese în mod potrivit, simbolurile sale trebuie să fie universale, transparente și imuabile, susținea Babbage. Lucrând sistematic, el a reușit să creeze o gramatică și a început să scrie un lexicon, însă a eșuat din cauza unei probleme de stocare și extragere – „oprit de aparenta imposibilitate de aranjare a semnelor în orice ordine consecutivă, astfel încât să se găsească, la fel ca într-un dicționar, semnificația fiecăruia atunci când se dorește".[30] Cu toate acestea, simțea că limbajul este un lucru pe care o persoană îl poate inventa. La modul ideal, limbajul ar trebui să fie raționalizat, previzibil și mecanic. Angrenajele ar trebui să se îmbine.

Înainte de absolvire, țintea spre o nouă renaștere a matematicii engleze – o cauză potrivită pentru un grup de susținere și lansarea unei cruciade. S-a alăturat altor doi studenți promițători, John Herschel și George Peacock, formând ceea ce ei au numit Societatea Analitică, „pentru propagarea *d*-urilor" împotriva „ereziei punctelor" sau, după cum a spus Babbage, „Punct-epoca Universității".[31] (Era încântat de propriul său „calambur răutăcios".) În campania lor de eliberare a calculului infinitezimal de punctuația engleză, Babbage a deplâns „norul de dispută și sarcasm național, care a fost azvârlit asupra originilor sale". Nu conta dacă părea să fie franțuzesc. A spus el: „Acum trebuie să reimportăm exoticul, cu aproape un secol de îmbunătățiri străine și să-l facem din nou și mai indigen printre noi".[32] Erau

rebeli contra lui Newton în inima Newtoniei. Se întruneau la micul dejun în fiecare duminică, după slujba din capelă.

„Fireşte că eram ridiculizaţi de către membrii corpului profesoral", îşi amintea Babbage. „Umblau zvonuri sumbre despre noi că eram nişte tineri necredincioşi şi că nimic bun nu se va alege de capul nostru." Şi totuşi, evanghelismul lor dădea rezultate: noile metode se răspândeau de jos în sus, studenţii învăţând mai repede decât profesorii lor. „Mulţi examinatori ridicau o sprânceană, pe jumătate în semn de iritare, pe jumătate în semn de admiraţie, citind răspunsurile neobişnuite care începeau să apară în lucrările scrise"[33], a scris Herschel. Punctele lui Newton au părăsit scena, fluxiunile lui fiind înlocuite de notaţia şi limbajul lui Leibniz.

Între timp, Babbage nu a dus nicicând lipsă de amici cu care putea să bea vin ori să joace whist pe şase penny punctul. Împreună cu un grup de prieteni a înfiinţat Ghost Club – Clubul Fantomă, dedicat culegerii de probe pro şi contra spiritelor oculte. Cu un alt grup a creat un club numit Extractors, menit să pună în ordine problemele de sănătate şi de boală mintală, potrivit unui set de proceduri:

1. Fiecare membru îşi va comunica adresa secretarului o dată la şase luni.
2. Dacă această comunicare va întârzia peste douăsprezece luni, se va presupune că rudele l-au închis într-un ospiciu.
3. Se va întreprinde orice efort legal sau ilegal pentru a-l scoate de la casa de nebuni [de aici şi numele de „Extractors"].
4. Fiecare candidat la calitatea de membru va aduce şase certificate. Trei că este sănătos mintal şi alte trei că este nebun.[34]

Dar Societatea Analitică era ceva serios. Fără ironie, în deplină onestitate, aceşti prieteni matematicieni, Babbage,

Herschel şi Peacock, au hotărât „să-şi dea toată silinţa pentru a lăsa în urma lor lumea ca pe un loc mai înţelept decât l-au găsit". Au închiriat camere, îşi citeau ziarele unii altora şi şi-au publicat propriile lor „Transactions".* Şi în acele camere închiriate, pe când Babbage moţăia deasupra unei cărţi de logaritmi, unul dintre ei i-a tulburat picoteala: „Ei bine, Babbage, la ce visezi?".

„Mă gândeam că toate aceste tabele ar putea fi calculate de o maşină", a răspuns el.[35]

Cel puţin aşa a relatat conversaţia Babbage după cincizeci de ani. Fiecare invenţie valoroasă are nevoie de o poveste de tip „evrika" şi el mai avea una de rezervă. El şi Herschel lucrau împreună la realizarea unui tabel manuscris de logaritmi pentru Societatea Astronomică din Cambridge. Acei logaritmi fuseseră calculaţi anterior; logaritmii trebuie întotdeauna să fie calculaţi şi recalculaţi, comparaţi şi suspectaţi. Nu-i de mirare că, lucrând la manuscrisul lor la Cambridge, lui Babbage şi Herschel munca li s-a părut plicticoasă. „Mă rog lui Dumnezeu ca aceste calcule să fi fost efectuate cu aburi", a strigat Babbage, iar Herschel i-ar fi răspuns scurt: „E foarte posibil".

Aburul era cel care punea în mişcare toate motoarele, cel care capacita industria. Cel puţin în acele câteva decenii, cuvântul echivala cu putere şi forţă, cu tot ceea ce era viguros şi modern. Înainte, apa sau vântul puseseră în mişcare morile, dar cea mai mare parte din munca omenirii depindea de forţa musculară a oamenilor, cailor şi vitelor. Însă aburul fierbinte,

---

* *„Transactions"*: Gleick face aluzie la titlul primului buletin ştiinţific din lume, publicat de către Henry Oldenburg începând din 1665, în calitate de prim secretar al Societăţii Regale – *Philosophical Transactions*, denumire a cărei traducere potrivită în limba română ni se pare a fi „Chestiuni filosofice", (eventual „Schimburi filosofice"), neavând nimic de a face cu sensul comercial al termenului „tranzacţie" (n.t.).

generat prin arderea cărbunelui şi controlat de inventatori ingenioşi, era portabil şi versatil. El a înlocuit muşchii pretutindeni. A devenit un cuvânt la ordinea zilei: oamenii care plecau la drum pe atunci erau chemaţi să „bage cărbuni", „să dea drumul la aburi" ori „să sufle aburii mai tare". Benjamin Disraeli preamărea „aburul vostru moral care poate să modeleze lumea". Aburul a devenit cel mai puternic transmiţător de energie cunoscut de omenire.

Era totuşi bizar că Babbage s-a gândit să exercite această forţă potentă într-un domeniu lipsit de greutate – aplicând forţa aburului în gândire şi aritmetică. Numerele erau boabele de măcinat în moara lui. Roţile s-ar învârti, pinioanele s-ar răsuci şi munca minţii ar fi făcută.

Trebuia să fie făcută automat, a spus Babbage. Ce însemna să numeşti o maşină „automată"? Pentru el nu era doar o chestiune de semantică, ci un principiu de apreciere a utilităţii unei maşini. Dispozitivele de calcul, aşa cum erau pe atunci, puteau fi împărţite în două clase: primele având nevoie de intervenţie umană, celelalte acţionând realmente de la sine. Pentru a decide dacă o maşină intra în clasa automatelor, el trebuia să răspundă la o întrebare ce ar fi fost mai simplă dacă termenii *input* şi *output* ar fi fost inventaţi: „Dacă, atunci când numerele cu care trebuie să opereze sunt introduse în instrument, acesta este capabil să ajungă la rezultat prin simpla mişcare a unui resort, a unei greutăţi în cădere sau prin orice altă forţă constantă". Acesta era un standard foarte avansat. El elimina ipotetic toate dispozitivele folosite sau concepute vreodată drept instrumente pentru matematică – şi fuseseră o mulţime, de la începutul istoriei înregistrate. Pietricele în saci, sfori înnodate şi beţe lungi de lemn sau os serveau drept ajutoare ale memoriei pe termen scurt. Abace şi rigle glisante aplicau un hardware mai complex calculului abstract. Apoi, în secolul al XVII-lea,

câțiva matematicieni au conceput primele dispozitive de calcul ce meritau numele de *mașină*, pentru adunări și – deși prin repetarea adunării – pentru înmulțiri. Blaise Pascal a realizat o mașină de adunat în 1642 cu un șir de discuri rotitoare, câte unul pentru fiecare cifră zecimală. Peste trei decenii, Leibniz a perfecționat mașina lui Pascal, utilizând un tambur cilindric cu dinți în relief pentru a efectua „transportarea" de la o cifră la alta.* Oricum, în esență, prototipurile lui Pascal și Leibniz rămâneau mai aproape de abac – un înregistrator pasiv al stărilor de memorie – decât de o mașină cinetică. După cum considera Babbage, ele nu erau automate.

Nu i-ar fi trecut prin minte să folosească un dispozitiv pentru calcul dintr-o singură operație. Mașinile excelează în repetiție – „muncă insuportabilă și monotonie istovitoare"[38]. Cererea de calcul, a prevăzut el, ar urma să crească pe măsură ce utilizarea lui în comerț, industrie și știință se va unifica. „Mă voi încumeta să prezic că va veni o vreme când acumularea de muncă, ce se ivește din aplicarea aritmetică a formulelor matematice, acționând ca o constantă forță de frânare, va stânjeni până la urmă progresul util al științei, dacă nu se va pune la punct această metodă sau oricare alta echivalentă de eliberare a sa de copleșitoarea povară a detaliului numeric."[39]

Într-o lume săracă în informații, în care orice tabel numeric era o raritate, au trecut secole până când oamenii au început să adune sistematic diferite tabele tipărite, pentru a le confrunta unele cu altele. Atunci când au făcut-o, au descoperit carențe neașteptate. De exemplu, *Algoritmii* lui Taylor, volumul stan-

---

* Leibniz avea visuri mărețe să mecanizeze algebra și chiar să o facă să gândească. „Putem aduce o ultimă laudă mașinii", a scris el. „Va fi dorită de toți acela care efectuează calcule . . . managerii afacerilor financiare, administratorii proprietăților altora, comercianți, supraveghetori, geografi, navigatori, astronomi. . . .Căci nu este demn pentru niște bărbați excelenți să piardă ore ca niște sclavi cu munca de calcul." (n.a.).[37]

dard tipărit *in quarto* la Londra în 1792, conținea (până la urmă s-a aflat) nouăsprezece erori de una sau de două cifre. Acestea au fost specificate în *Almanahul nautic* deoarece, după cum Amiralitatea știa bine, fiecare eroare însemna un posibil naufragiu.

Din nefericire, una dintre cele nouăsprezece corecții s-a dovedit eronată, așa că, în anul următor, *Almanahul nautic* a tipărit o „eroare la eroare". Acest fapt a produs, în schimb, o altă eroare. „Confuzia este și mai derutantă", declara *The Edinburgh Review*.[40] Următorul almanah ar fi trebuit să scoată o „eroare la eroare la eroare *Logaritmilor* lui Taylor".

Anumite greșeli aveau propriile lor istorii private. Atunci când Irlanda a stabilit Ordonanța de Hotărnicire, ca să cartografieze întreaga țară la o scară mai fină decât în oricare altă țară de până atunci, prima comandă a afacerii a fost să se asigure că topometrii – echipe de geniști și mineri – dispuneau de 250 de seturi de tabele logaritmice, relativ portabile și exacte până la șapte zecimale. Biroul de cartografiere a comparat treisprezece tabele publicate la Londra în ultimii două sute de ani, precum și tabele de la Paris, Avignon, Berlin, Leipzig, Gouda, Florența și din China. Șase erori au fost descoperite în aproape fiecare volum – și erau *aceleași* șase erori. Concluzia era inevitabilă: aceste tabele fuseseră copiate, unul după celălalt, cel puțin parțial.[41]

Erorile apăreau din cauza unor greșeli de transportare.* Erori apăreau și din inversarea cifrelor, câteodată făcută de către calculatori, alteori de către tipografi. Tipografii erau pre-

* În original, *mistakes in carrying*; în sens aritmetic, *carrying* – „transportarea" sau „mutarea" – este operația prin care, atunci când suma cifrelor de pe o coloană depășește cifra 9 (de exemplu, 14), în adunare se scrie sub coloana respectivă ultima cifră (4), iar cele zece unități „se transportă" ca o unitate pe coloana din stânga, având un ordin de mărime superior în sistemul zecimal (n.t.).

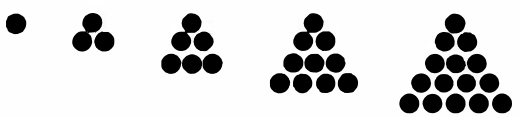
dispuşi să transpună cifrele în rânduri succesive de linotip. Ce lucru misterior şi supus greşelii părea să fie mintea omenească! Toate aceste erori, cugeta un comentator, „ar îngădui un curios subiect de speculaţie metafizică cu privire la operaţiile facultăţii memoriei". Calculatorii umani nu aveau niciun viitor, a văzut el: „Numai prin *fabricarea mecanică de tabele* astfel de erori pot fi făcute imposibile".[42]

Babbage s-a apucat să expună principii mecanice în cadrul numerelor. A văzut că o parte din structură putea fi dezvăluită calculând diferenţe între o secvenţă şi alta. „Calculul diferenţelor finite" fusese explorat de către matematicieni (îndeosebi cei francezi) timp de o sută de ani. Forţa sa consta în a reduce calculele de nivel superior la simpla adunare, gata să fie rutinizată. Pentru Babbage, metoda era atât de crucială, încât şi-a numit maşina pornind de la prima sa concepţie drept Maşina Diferenţială.

Prin exemple (căci el a simţit nevoia să publice şi să explice viziunea sa de multe ori pe măsură ce treceau anii), Babbage a oferit Tabelul de numere triangulare. La fel ca multe dintre şirurile de interes, acesta era o scară, pornind de la sol şi înălţându-se mereu mai sus:

1, 3, 6, 10, 15, 21 . . .

El şi-a ilustrat ideea imaginând un copil care aşază grupuri de jetoane pe nisip:



Presupuneți că țâncul vrea să știe „câte jetoane ar putea să conțină al treizecilea sau oricare alt grup îndepărtat". (Era un copil pe placul inimii lui Babbage.) „Poate că s-ar putea duce la tăticul lui ca să obțină această informație; dar mi-e tare teamă că tăticuțul l-ar dojeni și i-ar spune că este absurd – că este inutil – că nimeni nu știe acel număr și așa mai departe." E de înțeles că tatăl nu știe nimic despre Tabelul numerelor triangulare, publicat la Haga de către É. de Joncourt, profesor de filosofie. „Dacă tăticul nu e în stare să-i răspundă, să meargă atunci la mămicuța, care nu va da greș în a găsi mijloace de a-i satisface curiozitatea drăgălașului său."[43] Între timp, Babbage răspunde la întrebare cu ajutorul unui tabel de diferențe. Prima coloană conține numărul secvenței în discuție. Următoarele coloane sunt derivate prin scăderi repetate, până când se ajunge la o constantă – o coloană alcătuită integral dintr-un singur număr.

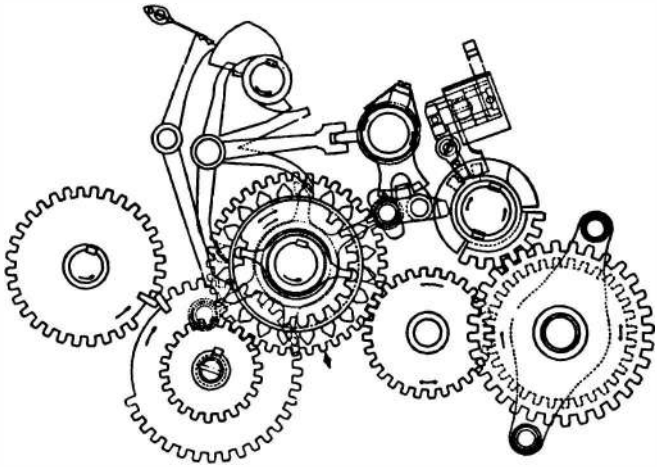
Numărul grupului	*Numărul de jetoane din fiecare grup*	*Prima diferență Diferența dintre fiecare grup și următorul*	*A doua diferență*
1	1	1	1
2	3	2	1
3	6	3	1
4	10	4	1
5	15	5	1
6	21	6	1
7	28	7	1

Orice funcție polinomială poate fi redusă prin metoda diferențelor și toate funcțiile bine formate, inclusiv logaritmii, pot fi aproximate efectiv. Ecuațiile de grad superior solicită diferențe de ordin superior. Babbage oferă un alt exemplu geome-

tric concret care necesită un tabel cu o a treia diferență: grămezi de ghiulele de tun de forma unei piramide triunghiulare – numerele triangulare transpuse în trei dimensiuni.

Număr	*Tabel*	*Prima diferență*	*A doua diferență*	*A treia diferență*
1	1	3	3	1
2	4	6	4	1
3	10	10	5	1
4	20	15	6	1
5	35	21	7	1
6	56	28	8	1

Mașina diferențială ar rula acest proces invers: în loc de scăderi repetate pentru aflarea diferențelor, ar genera secvențe de numere printr-o cascadă de adunări. Pentru a realiza acest lucru, Babbage a conceput un sistem de roți numerotate, cu cifre de la 0 la 9, așezate de-a lungul unui ax să reprezinte cifrele zecimale ale unui număr: unități, zeci, sute și așa mai departe. Roțile dințate de-a lungul fiecărui ax s-ar îmbina cu roțile următorului, ca să adune cifrele succesive. Pe măsură ce mașina transmitea mișcarea, din roată în roată, ea ar fi transmis informație, în mici adaosuri, numerele însumându-se pe axe. O complicație mecanică apărea, firește, atunci când orice sumă depășea 9. Atunci, o unitate trebuia să fie transportată pe următorul loc zecimal. Ca să rezolve această problemă, Babbage a plasat un dinte mai proeminent pe fiecare roată, între 9 și 0. Dintele urma să împingă o pârghie care, la rândul său, avea să transmită mișcarea sa roții alăturate de mai sus.



Maşinăria lui Babbage

În acest punct din istoria maşinilor de calcul, apare o nouă temă: obsesia timpului. Babbage s-a gândit că maşina lui trebuia să calculeze mai rapid decât mintea omenească şi cât de rapid posibil. A avut o idee de procesare paralelă: roţile numerotate dispuse în ordine pe un ax ar putea să adune un rând de cifre dintr-odată. „Dacă s-ar putea realiza acest lucru", nota el, „ar face adunările şi scăderile cu numere având zece, douăzeci, cincizeci sau orice număr de cifre, la fel de rapid ca şi acele operaţii cu numere de o singură cifră."[44] Vedea însă o problemă. Cifrele unei singure adunări nu puteau fi administrate cu totală independenţă din cauza transportării. Cifrele transportate puteau să se reverse în cascadă printr-un întreg set de roţi. Dacă cifrele transportate erau cunoscute dinainte, atunci adunările se puteau efectua în paralel. Însă acea cunoaştere nu a ajuns să fie disponibilă la timpul potrivit. „Din nefericire", a scris el, „există o mulţime de cazuri în care

transportările ce trebuie efectuate sunt cunoscute numai în perioade de timp succesive". El a socotit timpul, presupunând o secundă pentru fiecare operație: să aduni două numere de cincizeci de cifre putea să dureze în sine doar nouă secunde, însă transportarea, în cel mai rău caz, ar putea să solicite cincizeci de secunde în plus. O veste rea, într-adevăr. „Au fost proiectate o mulțime de invenții și s-au făcut desene aproape la nesfârșit, cu scopul de a economisi timp", a scris Babbage cu tristețe. În 1820 pusese la punct un proiect. Și-a procurat propriul său strung, pe care l-a folosit el însuși, alături de muncitori angajați, și, în 1822, a reușit să prezinte Societății Regale un mic model de lucru, sclipitor și futurist.

Locuia la Londra, lângă Regent's Park, ca un soi de gentleman filosof, publicând lucrări de matematică și, ocazional, ținând conferințe publice pe teme de astronomie. S-a căsătorit cu o tânără bogată din Shropshire, Georgiana Whitmore, cea mai mică dintre opt surori. Pe lângă banii ei, era susținut financiar de o alocație de 300 de lire din partea tatălui său – pe care nu-l putea suferi, deoarece îl considera un bătrân tiranic, meschin și, mai presus de toate, îngust la minte. „Abia dacă ar fi prea mult spus că nu *crede* nimic din ceea ce *aude* și numai jumătate din ceea ce vede", îi scria Babbage prietenului său Herschel.[45] Când a murit tatăl său, în 1827, Babbage a moștenit o avere de 100 000 de lire. În scurt timp, a devenit actuar pentru o nouă societate de asigurări, Protector Life Assurance Company, și a calculat tabele statistice, raționalizând speranțele de viață. A încercat să obțină o catedră universitară, până atunci fără succes, dar avea o viață socială din ce în ce mai animată, iar în cercurile savante, oamenii începeau să-i știe numele. Cu ajutorul lui Herschel a fost ales membru al Societății Regale.

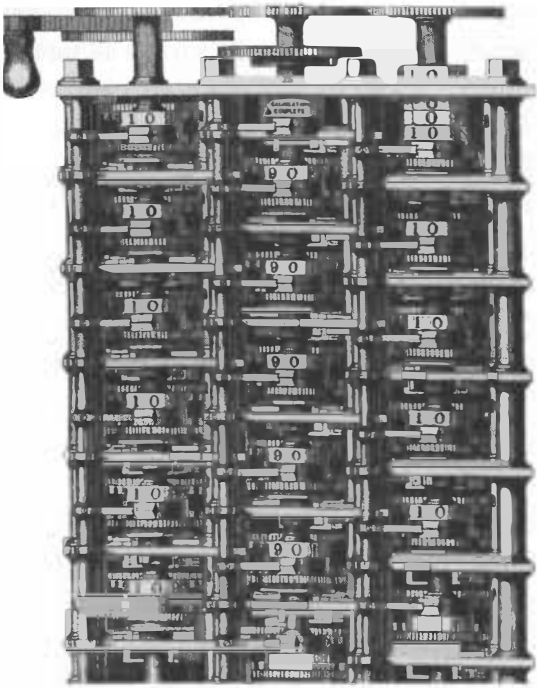
Chiar şi nereuşitele sale i-au sporit reputaţia. În numele publicaţiei *The Edinburgh Journal of Science*, Sir David Brewster i-a trimis un text clasic în analele scrisorilor de refuz: „Nu fără un considerabil grad de şovăială, resping oferta oricărei lucrări venite din partea dumneavoastră. Cred, totuşi, că după ce veţi reanaliza subiectul, veţi fi de părere că nu am nicio altă alternativă. Subiectele pe care le propuneţi pentru o serie de eseuri matematice şi metafizice sunt atât de profunde, încât probabil nu există nici măcar un singur abonat al Jurnalului nostru care să le poată înţelege."[46] În numele invenţiei sale născânde, Babbage a început o campanie de demonstraţii şi scrisori. În 1823, Trezoreria şi Ministerul de Finanţe au început să manifeste un interes sporit. El le-a promis „tabele logaritmice ieftine ca braga"* – cum puteau să reziste?[47] Logaritmii salvau nave. Lorzii Trezoreriei au aprobat o primă alocaţie de 1 500 de lire.

În conceptul său abstract, Maşina Diferenţială a dat naştere unei frământări generale, care nu avea nevoie să aştepte ceva atât de mundan precum construcţia efectivă a maşinii. Ideea cădea pe un sol fertil. Dionysius Lardner, un cunoscut conferenţiar pe subiecte tehnice, i-a dedicat lui Babbage o serie de discuţii publice, salutând „propunerea lui de a reduce aritmetica la domeniul mecanismelor – de a înlocui zeţarul printr-un automat – de a răspândi puterile gândirii într-o maşinărie". Maşina „trebuie, odată isprăvită", a spus el, „să producă efecte importante, nu numai în progresul ştiinţei, ci şi în cel al civilizaţiei".[48] Ar fi maşina *raţională*. Ar fi punctul de intersecţie a două drumuri – mecanismul şi gândirea. Uneori, admiratorii săi au avut dificultăţi în a-şi explica această intersectare: „Problema este pusă instrumentului", a spus Henry Colebrook Societăţii Astronomice, „sau instrumentul este pus proble-

* În original, *cheap as potatoes* – „ieftine precum cartofii" (n.t.).

mei." În orice caz, spunea el, „prin simpla punere în mișcare, soluția este prelucrată".[49]

Însă mașina făcea progrese mai lente pe tărâmul prelucrării în alamă și fier. Babbage a golit grajdurile din spatele casei sale din Londra și le-a înlocuit cu o forjă, o turnătorie și un atelier protejat de incendiu. L-a angajat pe Joseph Clement, un proiectant și inventator, autodidact, fiul unui țesător de la țară, care ajunsese prin forțe proprii inginerul mecanic cel mai proeminent din Anglia. Babbage și Clement și-au dat seama că ar trebui să-și construiască unelte noi. În interiorul unui imens cadru de fier, proiectul solicita dispunerea celor mai complicate și precise componente – axe, roți dințate, arcuri și pinioane și, mai presus de toate, sute și apoi mii de roți pe care erau ștanțate cifre. Uneltele manuale nu ar fi putut să producă acele componente cu precizia necesară. Înainte ca Babbage să fi putut avea o fabrică de tabele numerice, el ar fi avut nevoie să construiască noi fabrici de componente. La rândul său, restul Revoluției Industriale avea nevoie de o standardizare a componentelor sale: șuruburi interșanjabile, cu filet universal; șuruburi ca unități fundamentale. Strungurile lui Clement și ale muncitorilor săi au început să le producă.



Silogravură (1853) a unei mici părți din Mașina Diferențială

Odată cu dificultățile, creșteau și ambițiile lui Babbage. După zece ani, mașina avea o înălțime de douăzeci și patru de inchi, cu șase axe verticale și cu zeci de roți, capabile să calculeze rezultate din șase cifre. După încă zece ani, mărimea – pe hârtie – atinsese 49 de metri, 15 tone și 25 000 de componente, iar hârtia s-a lărgit și ea, schițele acoperind peste 121 de metri pătrați. Nivelul de complexitate era năucitor. Babbage a rezolvat problema adunării mai multor cifre deodată, separând „mișcările de adunare" și „mișcările de transportare" și apoi eșalonând sincronizarea transportărilor. Adunarea urma să înceapă cu o avalanșă de țăcănit al roților dințate, întâi coloa-

nele de cifre ale numerelor impare, apoi coloanele pentru pare. Pe urmă, cifrele transportate urmau să fie retrase de-a lungul rândurilor. Pentru a menține sincronizarea mișcării, părți ale mașinii aveau nevoie „să știe" în momente critice că era de așteptat o transportare. Informația era furnizată de starea unui zăvor cu resort. Pentru prima, dar nu și ultima oară, un dispozitiv era înzestrat cu memorie. „Este, de fapt, un memorandum primit de mașină", a scris editorul său, Dionysius Lardner. Babbage însuși era conștient de antropomorfizare, dar nu-i putea rezista. „Mijloacele mecanice pe care le utilizez pentru a efectua aceste transportări", sugera el, „prezintă o ușoară analogie cu operațiile specifice facultății memoriei".

În limbajul cotidian, a descrie chiar și acest proces elementar de adunare solicita o luxuriantă lingvistică, numind părțile metalice, explicând interacțiunile lor și separând interdependențele care se multiplicau spre a forma un lung lanț de cauzalitate. Propria explicație a lui Lardner a „transportării", de exemplu, era epopeică. Un singur moment izolat al acțiunii implica un cadran, un deget arătător, un deget mare, un ax, un trăgaci, o crestătură, un cârlig, o gheară, un arc, un dinte și o roată dințată cu clichet:

> Acum, în momentul în care diviziunea dintre 9 și 0 de pe cadranul B^2 trece pe sub arătător, un deget mare plasat pe axul acestui cadran atinge un trăgaci care iese din crestătura cârligului care susține gheara la care tocmai ne-am referit și îi permite să recadă prin reculul arcului și pică pe următorul dinte al roții dințate cu clichet.[50]

Peste câteva sute de cuvinte, rezumând, Lardner a recurs la o metaforă sugerând mecanica fluidelor:

> Există două sisteme de valuri de acțiune mecanică urcând continuu de jos în sus; și două fluxuri de acțiune similară trecând constant de la dreapta spre stânga. Coamele primului sistem de valuri de adunări curge peste ultima diferență și peste orice continuare succesivă în sens ascendent. . . .Primul curent de acțiuni transportatoare trece de la dreapta spre stânga de-a lungul rândului cel mai de sus și al fiecărui rând următor.

Acesta era un mod de abstragere din particular – elementele particulare fiind atât de complicate. Apoi el s-a predat. „Minunățiile ei sunt, oricum, și mai grandioase în detalii", a scris el. „Ne cuprinde disperarea încercând să le acordăm ceea ce li se cuvine."

Nici planurile desenatorilor obișnuiți nu erau suficiente pentru a descrie această mașină care era mai mult decât o mașină. Era un sistem dinamic, fiecare dintre multele sale părți fiind capabilă de mai multe moduri și stări, câteodată statice, alteori în mișcare, propagându-și influența de-a lungul unor canale complicate. Putea fi el specificat vreodată complet, pe hârtie? Pentru scopurile sale, Babbage a elaborat un nou instrument formal, un sistem de „notație mecanică" (termenul îi aparține). Acesta era un limbaj de semne menit să reprezinte nu numai forma fizică a unei mașini, ci și proprietățile sale mai greu sesizabile: sincronizarea și logica. Era o ambiție extraordinară, după cum considera însuși Babbage. În 1826, a comunicat cu mândrie Societății Regale „Despre o metodă de exprimare prin semne a acțiunii mecanismelor".[51] Parțial, era un exercițiu de clasificare. El analiza diferitele moduri în care ceva – mișcare sau forță – putea fi „comunicat" printr-un sistem. Erau multe posibilități. O componentă putea să primească influență prin simpla atașare de o altă componentă, „ca un dinte al unei roți sau ca o roată și un pinion de pe aceeași axă".

Sau transmisia se putea face „prin frecare puternică". O componentă ar putea fi acționată constant de către o altă componentă „așa cum se întâmplă atunci când o roată este acționată de un pinion" – sau *nu* în mod constant, „așa cum este cazul atunci când un știft ridică un bulon odată în cursul unei rotații complete". Aici intră în schemă o viziune asupra ramificației logice: calea de comunicare ar varia în funcție de stările alternative ale unei părți a mașinii. Notația mecanică a lui Babbage decurgea firesc din tratarea lui a notației simbolice din analiza matematică. Ca și matematica, mecanismele aveau nevoie de rigoare și claritate pentru a progresa. „Formele limbajului cotidian erau mult prea neclare", scria el. „Aceste semne, dacă au fost alese în mod adecvat și dacă ar fi general adoptate, ar forma un fel de limbaj universal." Limbajul nu a fost niciodată o problemă marginală pentru Babbage.

În cele din urmă, a câștigat un post universitar la Cambridge: prestigiosul titlu de Profesor Lucasian* de matematică, anterior ocupat de către Newton. Ca și pe vremea lui Newton, munca nu era prea solicitantă. Babbage nu trebuia să predea studenților, să țină prelegeri și nici măcar să locuiască la Cambridge, și asta era foarte bine, deoarece devenea o figură populară în viața socială a Londrei. Acasă, pe Dorset Street nr. 1, găzduia cu regularitate, sâmbăta, o serată care atrăgea o mulțime scânteietoare – politicieni, artiști, duci și ducese, precum și cei mai mari savanți englezi ai vremii: Charles Darwin, Michael

* Ocupantul Catedrei Lucasiene de Matematică, de regulă numit *Lucasian Professor*, este deținătorul titlului de profesor de matematică la Universitatea Cambridge. Se consideră a fi unul dintre cele mai prestigioase titluri academice din lume. Postul a fost fondat în 1663 de către Henry Lucas, membru al Parlamentului din partea Universității Cambridge în perioada 1639–1640, și a fost oficial consacrat de către regele Charles al II-lea pe 18 ianuarie 1664 (n.t.).

Faraday şi Charles Lyell, printre alţii.* Se minunau de maşina lui de calcul şi, expus în apropiere, de automatul dansant din tinereţea lui. (Pe invitaţii ar fi scris: „Sper că intenţionaţi să o susţineţi pe «Silver Lady». Urmează să apară în veşminte şi cu podoabe noi".) Era un raconteur** matematic – nu era o contradicţie, în acel timp şi în acel loc. Lyell relata aprobator că „el glumeşte şi gândeşte în matematica superioară". A publicat un des citat tratat ce aplica teoria probabilităţilor în problema teologică a miracolelor. Ironic, i-a scris lui Alfred, Lord Tennyson, ca să-i sugereze o corectură a unui cuplet al poetului: „În fiece minut moare un om / în fiece minut unul se naşte".

> Cu greu aş crede că e nevoie să vă atrag atenţia că acest calcul ar tinde să păstreze suma totală a populaţiei lumii într-o stare de echilibru perpetuu, în vreme ce este un fapt bine cunoscut că respectiva sumă totală creşte constant. Prin urmare, mi-aş lua libertatea de a sugera ca, în următoarea ediţie a excelentului dumneavoastră poem, calculul eronat la care mă refer să fie corectat după cum urmează: „În fiece moment moare un om / Şi unul şi o şaisprezecime se naşte". Pot să adaug că cifra exactă este 1,167, dar unele concesii trebuie, firește, să fie făcute legilor metricii poetice.[52]

Fascinat de propria celebritate, a ţinut un jurnal cu extrase din presă – „pro şi contra pe coloane paralele, din care scotea

---

* Un alt invitat, Charles Dickens, a pus ceva din Babbage în personajul Daniel Doyce din *Little Dorrit*. Doyce este un inventator înşelat de către guvernul pe care încearcă să îl servească. „El este bine cunoscut drept un bărbat foarte ingenios. . . . Pune la punct o invenţie (ce implică un foarte curios proces secret) de mare importanţă pentru ţara şi pentru semenii lui. Nu voi spune câţi bani l-a costat sau câţi ani din viaţă îi dăruise, dar a dus-o la perfecţiune." Dickens a mai adăugat: „O încredere de sine potolită şi discretă era sesizabilă în Daniel Doyce – o cunoaştere calmă a faptului că ceea ce era adevărat trebuie să rămână adevărat" (n.a.).

** În original, lb. franceză: *raconteur* – persoană cu darul de spune poveşti şi anecdote captivante (n.t.).

un fel de balanță a conturilor", după cum îl descria un vizitator. „Mi s-a spus în repetate rânduri că își petrecea toată ziua jubilând sau bodogănind aflând ce spune lumea despre el."[53]

Însă progresele mașinii, sursa principală a faimei sale, erau șovăielnice. În 1832, el și inginerul său, Clement, au făcut o demonstrație practică. Babbage a prezentat-o la petrecerile sale invitaților, cărora li s-a părut miraculoasă sau numai complicată. Mașina Diferențială reprezintă – căci o replică funcționează astăzi la Muzeul Științei din Londra – o piatră de hotar a ceea ce se poate realiza în materie de precizie inginerească. Prin compoziția aliajelor, exactitatea dimensiunilor, interșanjabilitatea componentelor sale, nimic nu depășea acest segment al unei mașini neterminate. Și totuși, era o curiozitate. Și era limita până la care putea să ajungă Babbage.

Au izbucnit dispute între el și inginerul său. Clement cerea tot mai mulți bani de la Babbage și de la Trezorerie, care a început să-l suspecteze de fraudă. El a sustras componente și schițe și a încercat să dețină controlul asupra uneltelor specializate din atelierele lor. După mai mult de un deceniu și 17 000 de lire, guvernul începea să-și piardă încrederea în Babbage, iar el, încrederea în guvern. În negocierile sale cu lorzii și cu miniștrii, Babbage putea fi imperios. Își forma o viziune sumbră despre atitudinea englezului față de inovația tehnologică: „Dacă îi vorbești despre o mașină de curățat cartofi, va declara că este imposibilă; dacă îi cureți un cartof în fața ochilor, o va declara inutilă, deoarece nu va tăia felii de ananas".[54] Nu-i mai vedeau rostul.

„Ce să facem ca să scăpăm de domnul Babbage și de mașina lui de calcul?" i-a scris prim-ministrul Robert Peel unuia dintre consilierii săi, în august 1842. „Cu siguranță, odată terminată, va fi inutilă din punct de vedere științific. . . .Va fi, în opinia mea, o foarte scumpă jucărie." Nu i-a fost greu să

găsească voci ostile față de Babbage în serviciul civil. Poate că cel mai critic era George Biddell Airy, astronomul regal, o figură scrobită și meticuloasă, care i-a spus fără echivoc lui Peel ceea ce acesta dorea să audă: că mașina era inutilă. A adăugat această remarcă personală: „Probabil că el trăiește într-un fel de vis în ceea ce privește utilitatea ei".[55] Guvernul lui Peel a pus capăt proiectului. Cât despre visul lui Babbage, el a continuat. Luase deja o întorsătură diferită. Mașina din mintea lui avansase într-o nouă dimensiune. Și o cunoscuse pe Ada Byron.

Charles Babbage (1860)

În Strand, la capătul de nord al pasajului comercial Lowther, vizitatorii se înghesuiau la Galeria Națională de Știință Practică, „amestecând instrucția cu amuzamentul", o combinație de magazin de jucării și expoziție tehnologică, pusă la cale de către un întreprinzător american. Pentru un bilet de intrare de un șiling, vizitatorul putea să atingă „țiparul electric", să audieze conferințe despre ultimele noutăți științifice și să vadă un vapor cu aburi în miniatură navigând pe un canal de 21 de metri, precum și tunul cu abur Perkins, împroșcând o ploaie de gloanțe. Pentru o guinee, putea să pozeze pentru un portret „dagherotip" sau „fotografic", cu care se putea obține o asemănare fidelă și plăcută în „mai puțin de o secundă".[56] Sau putea să vadă, așa cum a făcut-o tânăra

Augusta Ada Byron, un țesător prezentând războiul de țesut automat Jacquard, în care modelele de țesut în haine erau codificate sub forma unor găuri perforate în cartele de carton.

Ada era „copilul iubirii", scrisese tatăl ei, „deși născută din amărăciune și hrănită cu zvârcoliri".[57] Tatăl său era poet. Când abia avea o lună, în 1816, deja cunoscutul Lord Byron, de douăzeci și șapte de ani, și sclipitoarea, bogata și cunoscătoarea de matematică Anne Isabella Milbanke (Annabella), de douăzeci și trei de ani, s-au despărțit după un an de la căsătorie. Byron a părăsit Anglia și nu și-a mai văzut fiica niciodată. Mama ei a refuzat să-i spună cine era tatăl său până la vârsta de opt ani, iar el a murit în Grecia, ca o celebritate internațională. Poetul o implorase să-i trimită vești despre fiica lui: „Are fata imaginație? – la vârsta *ei* de acum mi se pare că eu aveam o mulțime de sentimente și idei pe care lumea nu le-ar crede dacă le-aș rosti *acum*".[58] Da, avea imaginație.

Era un copil minune, dotată pentru matematică, lăudată de profesori, talentată la desen și muzică, fantastic de inventivă și profund singuratică. Când avea doisprezece ani, s-a apucat să inventeze un aparat de zbor. „Voi începe aripile mele de hârtie mâine", i-a scris mamei sale. Spera „să ducă arta zborului la o mare perfecțiune. Mă gândesc să scriu o carte de *Flyology* – Zborologie – ilustrată cu planșe în gravuri metalice."[59] O vreme și-a semnat scrisorile „al dumneavoastră foarte iubitor Porumbel Zburător". I-a cerut mamei sale să-i găsească o carte ilustrată despre anatomia păsărilor, deoarece avea oroare „să disece chiar și o pasăre". Își analiza situația de fiecare zi cu atenție față de logică.

> Miss Stamp dorește să spun că deocamdată nu e prea mulțumită de mine din cauza unei comportări foarte prostești de ieri în legătură

cu un lucru simplu, și despre care ea a spus că a fost nu numai prostesc, ci a dovedit lipsă de concentrare și, cu toate că astăzi nu avusese motiv să fie nemulțumită de mine, în mare spune că nu poate să-și șteargă amintirea celor petrecute.[60]

Creștea într-o izolare bine păzită, urmare a aranjamentelor mamei sale. A avut ani de slăbiciune, o criză severă de pojar și episoade de ceea ce se numea neurastenie sau isterie. („Când sunt slăbită", a scris ea, „sunt întodeauna excesiv de înfricoșată, *din nimeni nu știe ce motiv*, încât cu greu mă pot împiedica să am un aer și o comportare agitată".)[61] O draperie verde încadra portretul tatălui său, care atârna într-o încăpere. Pe când era adolescentă, a manifestat un interes romantic față de tutorele ei, ceea ce a dus la plecări pe furiș de acasă și ascunzișuri prin grădini și la a face amor pe cât de intim cu putință fără, spunea ea, „contact" efectiv. Tutorele a fost concediat. Apoi, în primăvară, purtând satin alb și tul, fecioara de șaptesprezece ani a debutat la curte, unde i-a cunoscut pe rege și pe regină, pe cei mai importanți duci și pe diplomatul francez Talleyrand, pe care l-a descris ca pe o „maimuță bătrână".[62]

După o lună, l-a cunoscut pe Charles Babbage. Împreună cu mama ei, s-a dus să vadă ceea ce Lady Byron numea „mașina lui gânditoare", fragmentul de Mașină Diferențială din salonul lui. Babbage a văzut o tânără sclipitoare și egocentrică, cu trăsături de porțelan și un nume celebru, ce reușea să dezvăluie că știa mai multă matematică decât majoritatea bărbaților absolvenți de universitate. Ea a văzut un bărbat impozant de patruzeci și unu de ani, cu sprâncene autoritare dominând o față cu osatură puternică, înzestrat cu spirit și farmec și care nu înfățișa aceste calități cu superficialitate. El părea un soi de vizionar – exact ceea ce căuta ea. Și ea a admirat mașina. Un privitor a relatat: „În vreme ce alți vizitatori se holbau la func-

Augusta Ada Byron King, contesă de Lovelace, pictată în 1836 de către Margaret Carpenter. „Trag concluzia că înclină să înfăţişeze întreaga lărgime a maxilarului meu proeminent, pe care cred că ar trebui scris cuvântul matematică."

ţionarea acestui frumos instrument cu acel gen de expresie şi, îndrăznesc să adaug, cu acel gen de sentiment despre care se spune că le-au arătat nişte sălbatici atunci când au văzut pentru prima dată un ochean şi când au auzit o puşcă, Miss Byron, deşi atât de tânără, a înţeles cum funcţiona şi a văzut marea frumuseţe a invenţiei".[63] Sentimentul ei faţă de frumuseţea şi abstracţiile matematicii, hrănit doar cu ţârâita de succesiunea tutorilor săi, era copleşitor. Nu avea piaţă de desfacere. O femeie nu putea să frecventeze cursuri universitare în Anglia

şi nici să intre într-o societate ştiinţifică (cu două excepţii: cele de botanică şi horticultură).

Ada a devenit tutorele tinerelor fete ale uneia dintre prietenele mamei sale. Când le scria, se semna „a voastră iubitoare şi insuportabilă Instructoare". L-a studiat singură pe Euclid. Forme înmugureau în mintea ei. „Nu consider că ştiu o propoziţie", îi scria unui alt tutore, „până când nu-mi pot imagina o figură în aer şi pătrund construcţia şi demonstraţia fără nicio carte sau orice fel de ajutor".[64] Nu-l putea uita nici pe Babbage, nici „bijuteria lui de maşinărie".[65] Unei alte prietene i-a relatat „marea ei îngrijorare legată de maşină". Privirea i se întorcea, nu rareori, spre înlăuntru. Îi plăcea să se gândească la ea gândind.

Babbage însuşi avansase mult dincolo de maşina expusă în salonul lui; plănuia o nouă maşină, încă o maşină de calcul, însă transpusă într-o altă specie. Pe aceasta a numit-o Maşina Analitică. Era motivat de conştiinţa tăcută a limitelor Maşinii Diferenţiale: aceasta nu putea, numai prin simpla adunare a diferenţelor, să calculeze orice fel de număr ori să rezolve orice problemă de matematică. Îl inspira, de asemenea, războiul de ţesut expus în Strand, inventat de către Joseph-Marie Jacquard, controlat prin instrucţiuni codificate şi depozitate sub formă de găuri perforate în cartele.

Ceea ce i-a stârnit imaginaţia lui Babbage nu era ţesutul, ci mai degrabă codificarea, dintr-un mediu în altul, de modele. Modelele puteau să apară în damasc, în cele din urmă, dar mai întâi erau „trimise unui artist special". Acest specialist, după cum a spus el,

> perforează găuri într-un set de cartele de carton în aşa fel încât, atunci când aceste cartele sunt introduse într-un război de ţesut Jacquard, acesta va ţese în produsul său modelul exact proiectat de către artist.[66]

Ideea de abstragere a informației din substratul său fizic solicita o examinare atentă. Babbage a explicat, de exemplu, că țesătorul putea să aleagă diferite fire și diferite culori – „dar, în toate aceste cazuri, *forma* modelului va fi cu precizie aceeași". După cum Babbage concepea acum mașina lui, ea ridica însuși procesul de abstractizare la niveluri din ce în ce mai înalte. În intenția lui, angrenajele și roțile aveau să opereze nu numai cu numere, ci și cu variabile puse în locul numerelor. Variabilele ar fi fost înlocuite sau determinate de rezultatele unor calcule anterioare și, mai departe, simplele operații – precum adunarea sau înmulțirea – urmau să poată fi schimbate, în funcție de rezultatele lor anterioare. Și-a imaginat aceste cantități de informații abstracte depozitate în cartele: cartele de variabile și cartele de operații. Gândea mașina ca încorporând legi, iar cartelele comunicând aceste legi. Lipsindu-i un vocabular deja pus la punct, i-a fost greu să exprime conceptele sale de lucru fundamentale; de exemplu,

> cum mașina ar putea să efectueze actul de judecată cerut câteodată în timpul unei investigații analitice, atunci când se deschid două sau mai multe trasee diferite, mai ales cursul potrivit de urmat nu ar putea fi cunoscut în multe situații până când toată porțiunea precedentă nu a fost parcursă integral.[67]

A precizat clar însă că informația – reprezentări de numere și procese – urma să curgă prin mașină. Ea ar trece spre și de la anumite locații fizice speciale, pe care Babbage le-a numit *magazie*, pentru depozitare, și *moară*, pentru acțiune.

În toate acestea, el avea acum un companion intelectual în Ada, mai întâi partenera și apoi muza lui. Ea s-a măritat cu un aristocrat sensibil și promițător, William King, mai vârstnic decât ea cu un deceniu și un favorit al mamei sale. După câțiva

ani, el a fost înălțat în rândurile nobilimii drept conte de Lovelace – făcând-o pe Ada, prin urmare, contesă – și ea, abia trecută de douăzeci de ani, a născut trei copii. Ea conducea casele lor, din Surrey și din Londra, exersa la harpă câteva ore zilnic („Sunt, în prezent, o sclavă a *harpei mele*, o stăpână deloc îngăduitoare"[68]), dansa la baluri, i-a fost prezentată noii regine, Victoria, și a pozat pentru un portret, conștientă de sine („Trag concluzia că [artista] înclină să înfățișeze întreaga lărgime a maxilarului meu proeminent, pe care cred că ar trebui scris cuvântul matematică"). A suferit stări de spirit teribil de sumbre și atacuri de boală, inclusiv de holeră. Preocupările și comportamentul ei erau încă scindate. Într-o dimineață, s-a dus de una singură cu trăsura, îmbrăcată simplu, să vadă un model al „telegrafului electric" al lui Edward Davy, la Exeter Hall

> și singura persoană care se mai găsea acolo era un gentleman de vârstă mijlocie, care a a ales să se poarte ca și cum *eu* aș fi fost exponatul [i-a scris mamei sale], ceea ce, firește, am socotit extrem de obraznic și de neiertat. – Sunt sigură că m-a luat drept o foarte tânără (și presupun că destul de frumușică) guvernantă. . . .S-a oprit cât am stat eu și apoi s-a luat după mine afară. – Am avut grijă să arăt pe cât de aristocrată și *de contesă* pe cât mi-a fost cu putință. . . .Trebuie să mă străduiesc să adaug puțină vârstă înfățișării mele. . . .M-aș duce să văd câte ceva în fiecare zi și sunt sigură că Londra este inepuizabilă.[69]

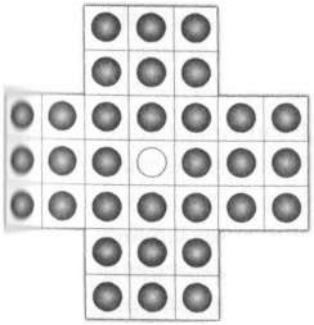
Lady Lovelace își adora soțul, dar își păstra o mare parte din viața ei intelectuală pentru Babbage. Visa cu ochii deschiși la ceva ce ea nu putea fi și nu putea să realizeze, decât prin interpuși, grație geniului său. „Am un *fel* special de *a învăța*", i-a scris lui, „și cred că e nevoie de un bărbat special ca să mă învețe cu succes".[70] Disperarea crescândă pășea alături de o puternică încredere în capacitățile ei nepuse la încercare. „Sper

că mă păstrați în minte", a scris ea peste câteva luni, „vreau să spun preocupările mele de matematică. Știți că aceasta este cea mai mare favoare pe care cineva mi-o poate face. – Poate că niciunul dintre noi nu poate estima *cât* de mare. . . ."

> Știți că sunt, prin natura mea, un pic filosof și că am un foarte mare apetit speculativ – astfel încât privesc dintr-o perspectivă cu totul nemăsurată și, deși nu văd nimic altceva decât o vagă și ceţoasă incertitudine în prim-planul fiinţei noastre, totuși fantazez că zăresc o lumină strălucitoare undeva foarte departe, și acest lucru mă face să-mi pese mai puțin de înceţoșarea și indistincția din apropiere. – Sunt prea fantezistă pentru dumneavoastră? Cred că nu.[71]

Matematicianul și logicianul Augustus De Morgan, prieten cu Babbage și cu Lady Byron, a devenit profesorul prin corespondență al Adei. El îi trimitea exerciții. Ea îi trimitea întrebări, cugetări și îndoieli („Mi-aș fi dorit să avansez mai repede"; „Regret să spun că mă obsedează teribil termenul de la care începe convergența"; „Am încheiat demonstrația punctului *meu* de vedere asupra cazului"; „Ecuațiile funcționale sunt niște năluci pentru mine"; „Oricum, încerc să-mi păstrez capul meu metafizic în ordine"). În pofida naivității sale, sau poate din cauza ei, el recunoștea „o forță de gândire. . . atât de total diferită față de mintea obișnuită a oricărui începător, bărbat sau femeie". Ea ajunsese rapid să stăpânească trigonometria și calculul diferențial și integral, iar el i-a spus mamei ei între patru ochi că dacă ar fi întâlnit „o asemenea forță" la un student de la Cambridge, ar fi anticipat „un cercetător original în matematică, poate o eminență de prim rang".[72] Nu-i era teamă să sape adânc până la primele principii. Acolo unde simțea dificultăți, chiar erau lucruri dificile.

Într-o iarnă, a căpătat o obsesie pentru un joc de puzzle la modă, cunoscut sub numele de Solitaire, un cub Rubik al



acelor zile. Treizeci şi două de jetoane erau aranjate pe o tablă cu treizeci şi trei de găurele, iar regulile erau simple: orice jeton poate sări peste oricare alt jeton alăturat şi jetonul sărit este dat deoparte, până când nu mai sunt posibile alte sărituri. Obiectivul este acela de-a sfârşi cu doar un singur jeton pe tablă. „Oamenii pot să încerce de mii de ori, fără a reuşi să-l facă", i-a scris ea lui Babbage surescitată.

> Eu *l-am făcut* prin încercări şi observaţie şi acum pot să-l fac oricând, dar aş vrea să ştiu dacă problema permite a fi pusă într-o formulă matematică şi rezolvată în acest mod. . . . Trebuie să existe un principiu clar, o combinaţie, îmi închipui, de proprietăţi numerice şi geometrice, de care depinde soluţia şi care poate fi pusă în limbaj simbolic.[73]

O soluţie formală a jocului – însăşi ideea despre aşa ceva era originală. Dorinţa de a crea un limbaj de simboluri, în care soluţia să poată fi codificată – acest mod de gândire îi aparţinea lui Babbage, după cum ea bine ştia.

Îşi cumpănea puterile crescânde ale minţii. Acestea nu erau strict matematice, după cum le vedea ea. Privea matematica drept parte a unei lumi imaginative mai cuprinzătoare. Transformările matematice îi aminteau „de nişte spiriduşi şi zâne din cărţile de poveşti, care acum îţi stau alături într-o anumită formă şi, în clipa următoare, într-o altă formă, cât se poate de diferită; şi cât de înşelătoare, de buclucaşe şi chinuitoare pot fi zânele şi spiriduşii matematici uneori; ca şi simbolurile pe care le-am găsit pentru ei în lumea ficţiunii".[74]

Imaginație – calitatea de preț. A meditat asupra ei; era moștenirea ei de la mereu absentul tată.

> Vorbim *mult* despre imaginație. Vorbim despre imaginația poeților, imaginația artiștilor etc. Înclin să cred că, în general, nu știm foarte exact despre *ce* anume vorbim...
>
> Este ceea ce pătrunde în lumile nevăzute din jurul nostru, lumile științei. Este ceea ce simte și descoperă ceea ce *este*, *realul* pe care nu-l vedem, care nu *există* pentru *simțurile* noastre. Cei care au învățat să păsească pragul lumilor necunoscute .pot apoi, pe aripile imaculate ale imaginației, să spere a se avânta mai departe în neexploratul în mijlocul căruia trăim.[75]

A început să creadă că avea de îndeplinit o misiune divină. A folosit acest cuvânt, *misiune*. „Îmi trece prin minte impresia cât se poate de vie că cerul mi-a încredințat un fel aparte de misiune *intelectual-morală* de îndeplinit."[76] Avea niște puteri. S-a confesat mamei sale:

> Cred despre mine că posed cea mai singulară combinație de calități, exact potrivite pentru a mă face *cu precădere* o descoperitoare a *realităților ascunse* ale naturii....Credința mi s-a *impus* și extrem de încet a trebuit să o recunosc.

Și-a enumerat calitățile:

> Întâi: datorită unei oarecari particularități a sistemului meu nervos, am *percepții* ale unor lucruri pe care nu le mai are nimeni; sau, în orice caz, foarte puțini, dacă vor fi existând. .S-ar putea spune o percepție *intuitivă* a unor lucruri ascunse; – adică a lucrurilor ascunse ochilor, urechilor și simțurilor obișnuite....
>
> Al doilea: – imensele mele facultăți de gândire;
>
> Al treilea: .puterea nu numai de a-mi arunca întreaga mea energie și existență în orice aș alege, dar și de a fructifica orice

subiect sau idee, un vast aparat alcătuit din tot felul de izvoare aparent irelevante și străine. Pot să împrăștii *raze* din orice colț al universului într-*un* vast focar.

Recunoștea că toate acestea aduceau a nebunie, dar insista că este logică și rece. Acum știa care îi va fi cursul vieții, i-a spus mamei sale. „*Ce* munte am de urcat! E destul ca să sperie pe oricine ar fi lipsit de toată acea extremă energie insațiabilă și nepotolită, care din fragedă pruncie a fost năpasta vieții tale și a vieții mele. Oricum, cred că și-a găsit hrana trebuincioasă, în sfârșit."[77] O găsise în Mașina Analitică.

Între timp, neastâmpărat și însetat de cunoaștere, Babbage își îndrepta energiile către o altă tehnologie ce înmugurea, expresia cea mai puternică a aburului, calea ferată. Nou-înființata Great Western Railway monta șinele și pregătea primele teste pe locomotive cu abur de la Bristol la Londra, sub supervizarea lui Isambard Kingdom Brunel, strălucitul inginer, pe atunci în vârstă de douăzeci și șapte de ani. Brunel i-a cerut ajutorul lui Babbage și acesta a decis să înceapă cu un program menit culegerii de informații – caracteristic de ingenios și grandios. A echipat un întreg vagon de tren. Pe o masă special construită, independent suspendată, niște role deșirau suluri de hârtie de 300 de metri lungime, în timp ce niște penițe trasau linii ca „să exprime" (după cum s-a exprimat Babbage) măsurători ale vibrațiilor și ale forțelor resimțite de vagon din toate direcțiile. Un cronometru marca trecerea timpului în jumătăți de secundă. În acest fel, a consumat două mile de hârtie.

Pe când mergea pe șine, și-a dat seama de un pericol al locomoției cu aburi, ce provenea din viteza mult mai mare față de toate mijloacele anterioare de comunicație. Trenurile nu

ştiau unele de altele. Până la impunerea celui mai regulat şi disciplinat orar, hazardul intervenea în orice moment. Într-o duminică, deplasându-se cu locomotive diferite, Babbage şi Brunel abia au reuşit să evite o ciocnire. Şi alţii erau îngrijoraţi de această diferenţă de viteză între deplasare şi schimbul de mesaje. Un important bancher din Londra i-a spus lui Babbage că el nu era de acord: „Le va permite funcţionarilor noştri să ne prade şi apoi s-o-ntindă spre Liverpool şi mai departe în America, având o viteză medie de douăzeci de mile pe oră".[78] Babbage nu a putut decât să-şi exprime speranţa că ştiinţa ar putea să găsească totuşi un remediu al problemei pe care a creat-o. („Poate că vom trimite fulgere care să-i întreacă pe cei vinovaţi.")

Cât despre propria sa maşină – aceea care n-ar fi urmat să călătorească nicăieri –, găsise o nouă metaforă frumoasă. Ea ar fi fost, spunea el, „o locomotivă care îşi aşterne propriile şine".

Deşi plin de amărăciune din pricina interesului scăzut al Angliei faţă de planurile lui vizionare, Babbage şi-a găsit admiratori pe continent, mai ales în Italia – „ţara lui Arhimede şi Galileo", după cum le spunea noilor săi prieteni. În vara lui 1840, şi-a strâns teancurile de schiţe şi a făcut, prin Paris şi Lyon, unde a văzut marele război de ţesut Jacquard de la Manufactura de stofe pentru amenajări şi ornamente bisericeşti, o călătorie până la Torino, capitala Sardiniei, la o reuniune de matematicieni şi ingineri. Acolo a făcut prima (şi ultima) prezentare publică a Maşinii Analitice. „Descoperirea Maşinii Analitice este mult prea avansată pentru ţara mea şi mă tem că şi pentru această epocă", a spus el.[79] L-a cunoscut pe regele Sardiniei, Charles Albert, şi, mai semnificativ, pe un ambiţios tânăr matematician, pe nume Luigi Menabrea. Ulterior, Menabrea avea să devină general, diplomat şi prim-ministrul Italiei; atunci pregătea o comunicare ştiinţifică,

„Noțiuni privind mașina analitică", pentru a introduce planul lui Babbage în comunitatea mai largă a filosofilor europeni.[80]

De îndată ce acest text a ajuns la Ada Lovelace, ea a început să-l traducă în engleză, corectând erorile pe baza propriilor sale cunoștințe. A făcut-o de capul ei, fără să le spună nici lui Menabrea, nici lui Babbage.

Când, în cele din urmă, i-a arătat lui Babbage în 1843 schița ei, el i-a răspuns entuziasmat, cerându-i să scrie în nume propriu, iar extraordinara lor colaborare a început cu adevărat. Își trimiteau scrisori prin curier unul către celălalt într-un ritm furibund – „Dragă Babbage" și „Dragă Lady Lovelace" – și se întâlneau cât puteau de des în casa ei din St. James's Square. Ritmul era aproape frenetic. Deși el era eminența, având cincizeci și unu de ani față de cei douăzeci și șapte ai ei, ea a preluat conducerea, amestecând comanda fermă cu zeflemeaua: „Doresc să-mi răspundeți la următoarea întrebare prin poștă"; „Fiți destul de amabil să scrieți despre aceasta într-un mod potrivit pentru mine"; „Ați fost cam bramburit și inexact"; „Mi-aș dori să fiți la fel de precis și demn de încredere pe cât sunt eu". Ea a propus să-și semneze lucrarea cu inițialele sale – nimic atât de pronunțat precum numele ei – nu ca să *„proclame* cine a scris-o", ci numai ca să „o *individualizeze* și să o *identifice* cu alte producții ale numitei A. A. L.".[81]

Expunerea ei a luat forma unor note de la A la G, de trei ori mai cuprinzătoare decât eseul lui Menabrea. Ele ofereau o viziune asupra viitorului mai generală și mai clarvăzătoare decât tot ceea ce fusese exprimat de către Babbage însuși. Cât de generală? Mașina nu doar calcula; ea efectua *operații*, spunea Ada, definind operația drept „orice proces care modifică relația reciprocă dintre două sau mai multe lucruri", și declarând: „Aceasta este cea mai generală definiție și ar cuprinde toate subiectele din univers". Știința operațiilor, în concepția ei,

este o știință în sine și posedă propriul său adevăr abstract și propria valoare; așa cum logica posedă propriul său adevăr specific și propria valoare, independent de subiectele la care noi putem aplica raționamentele și procesele ei. . .Un motiv principal pentru care natura distinctă a științei operațiilor a fost abia sesizată și, în general, puțin dezvoltată, este semnificația *schimbătoare* a multora dintre simbolurile utilizate.[82]

Simboluri și *semnificații*: în mod accentuat, ea nu vorbea numai despre matematică. Mașina „ar putea să acționeze și asupra altor lucruri în afară de *număr*". Babbage înscrisese numere pe acele mii de discuri, însă travaliul lor putea să reprezinte simboluri într-un mod mai abstract. Mașina ar putea să proceseze orice relații cu sens. Ar putea să manipuleze limbajul. Ar putea să creeze muzică. „Presupunând, de exemplu, că relațiile fundamentale dintre notele din știința armoniei și a compoziției muzicale ar fi susceptibile de o astfel de exprimare și adaptare, mașina ar putea să compună minuțios și științific piese muzicale de orice grad de complexitate sau lungime."

Fusese o mașină de numere; acum a devenit o mașină de informații. A. A. L. sesiza acest lucru mai clar și mai imaginativ decât însuși Babbage. Ea explica creația lui prospectivă, conceptuală și virtuală ca și cum ar fi existat deja:

Mașina Analitică nu se află pe același teren cu simplele „mașini de calcul". Ea deține o poziție pe de-a-ntregul a sa. . . .Se dezvoltă un nou, un vast și un puternic limbaj .în care să fie mânuite adevărurile sale astfel încât acestea să poată dobândi o mai rapidă și mai precisă aplicare practică pentru țelurile omenirii decât făcuseră cu putință mijloacele aflate până acum în posesia noastră. În acest mod, nu numai mentalul și materialul, ci și teoreticul și practicul din lumea matematicii sunt puse într-o conexiune mai strânsă și mai eficientă unele cu celelalte.

. . .Putem spune cât se poate de corect că Maşina Analitică ţese modele algebrice exact aşa cum războiul de ţesut Jacquard ţese flori şi frunze.[83]

Pentru acest zbor al fanteziei ea şi-a asumat deplina responsabilitate. „Dacă inventatorul acestei maşini a avut în minte vreuna dintre aceste viziuni lucrând la invenţia sa, ori dacă el poate să o fi privit vreodată până în acest stadiu, nu ştim; dar este un gând care cu vigoare ne-a trecut nouă prin minte."

Ea a trecut de la poetic la practic. A început o incursiune de virtuozitate printr-un program ipotetic prin care această ipotetică maşină ar putea să calculeze o celebră serie infinită, numerele lui Bernoulli. Aceste numere se nasc prin însumarea numerelor de la 1 la n ridicate la puteri întregi şi ele apar sub variate înfăţişări prin toată teoria numerelor. Nu sunt generate de nicio formulă directă, dar pot fi prelucrate metodic, prin extinderea anumitor formule din ce în ce mai departe şi având în vedere coeficienţii de fiecare dată. Ea a început cu nişte exemple; cea mai simplă, a scris ea, ar fi extinderea formulei

$$\frac{x}{\epsilon^x - 1} = \frac{1}{1 + \frac{x}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot 3} + \frac{x^3}{2 \cdot 3 \cdot 4} + etc.}$$

şi o altă abordare ar fi pe calea

$$B_{2n-1} = \frac{\pm 2^n}{(2^{2n} - 1)2^{n-1}} \left\{ \begin{array}{c} \frac{1}{2} n^{2n-1} \\ -(n-1)^{2n-1} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2n}{1} \right\} \\ +(n-2)^{2n-1} \left\{ 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2n \cdot (2n-1)}{1 \cdot 2} \right\} \\ -(n-3)^{2n-1} \left\{ \begin{array}{c} 1 + \frac{2n}{1} + \frac{2n \cdot (2n-1)}{1 \cdot 2} + \\ + \frac{1}{2} \cdot \frac{2n \cdot (2n-1) \cdot (2n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \end{array} \right\} \\ + \end{array} \right\}$$

dar ea ar fi urmat o cale mai îndrăzneață, deoarece „obiectul nostru nu este simplitatea . . ., ci ilustrarea puterilor mașinii".

Ea a elaborat un proces, un set de reguli, un șir de operații. Într-un alt secol, acestea s-ar numi un algoritm, ulterior un program de computer, însă, atunci, conceptul solicita o explicație anevoioasă. Ideea cea mai spinoasă era că algoritmul său era recursiv. Se mișca într-o buclă. Rezultatul unei repetiții alimenta următoarea operație. Babbage făcea aluzie la această abordare prin expresia „mașina care își înghite coada".[84] A. A. L. a explicat: „Putem sesiza cu ușurință că, de vreme ce fiecare funcție succesivă este aranjată într-o secvență ce respectă aceeași lege, va fi un ciclu al unui ciclu al unui ciclu etc. . . .Problema este atât de excesiv de complicată, încât probabil e de așteptat ca puțini oameni să înțeleagă. . . .și totuși este un argument important în ceea ce privește mașina și sugerează idei specifice ei, peste care cu regret va trebui să trecem fără nici măcar o aluzie".[85]

O idee centrală era entitatea pe care ea și Babbage o numeau *variabilă*. În termeni de hardware, variabilele erau coloanele de discuri cu numere ale mașinii. Dar existau și „cartele variabile". În termeni de software, ele erau un fel de receptacul sau copertă, capabilă să reprezinte ori să depoziteze un mare număr de cifre zecimale. („Ce se află într-un nume?" a scris Babbage. „E pur și simplu un coș gol până când pui ceva în el.") Variabilele erau unitățile de informație ale mașinii. Era ceva cu totul deosebit de variabilele algebrice. După cum explica A. A. L., „la originea acestei denumiri stă faptul că valorile de pe coloane sunt menite să se schimbe, adică să varieze, în orice mod conceptibil". Numerele *călătoreau*, de fapt, de la cartelele variabile spre variabile, de la variabile spre moară (pentru operații), de la moară spre magazie. Pentru a rezolva problema generării numerelor Bernoulli, ea a coregra-

fiat un dans complicat. A lucrat zile întregi, câteodată şi noaptea, trimiţând mesaje către Babbage de-a latul Londrei, luptându-se cu boala şi cu dureri rău prevestitoare, lasând mintea să-i zboare:

> Acel *creier* al meu este ceva mai mult decât un simplu lucru *muritor*; după cum timpul o va arăta (numai dacă *respiraţia* mea şi alte etcetera nu fac un progres prea rapid *spre* în loc *dinspre* mortalitate).
>
> În mai puţin de zece ani de-acum înainte, al dracului să fie dacă nu voi fi sorbit ceva sânge dătător de viaţă din misterele acesui univers, aşa cum nişte buze sau nişte creiere pur muritoare nu ar putea să o facă.
>
> Nimeni nu ştie ce energie şi ce forţă aproape îngrozitoare zac încă neexploatate în acel micuţ sistem al meu *de sârmuliţe*. Spun îngrozitoare, pentru că vă puteţi imagina ce *ar putea* fi în anumite împrejurări. . . .
>
> Atac şi scormonesc cu încăpăţânare până în străfunduri toate căile de deducţie a numerelor Bernoulli. . . .Mă lupt cu acest subiect şi să-l *conectez* cu altele.[86]

Ea programa maşina. O programa în minte, pentru că maşina nu exista. Complicaţiile pe care le-a întâmpinat pentru prima oară au devenit familiare programatorilor din secolul următor:

> Cât de variate şi cât de reciproc complicate sunt consideraţiile pe care le implică funcţionarea unei astfel de maşini. Ele sunt adeseori mai multe seturi distincte de efecte ce se produc simultan; toate într-un mod independent unele de altele şi totuşi exercitând, într-un grad mai mare sau mai mic, o influenţă reciprocă. A le potrivi pe fiecare cu celelalte şi, realmente, chiar a le percepe şi trasa cu perfectă corectitudine şi cu succes implică dificultăţi a căror natură se înrudeşte într-o oarecare măsură cu a celor presupuse de orice

problemă ale cărei condiţii sunt foarte numeroase şi intercomplicate.[87]

Îi descria lui Babbage sentimentele sale. „Mi-e tare groază de faptul că am intrat într-un atât de uimitor bucluc şi m-am ales cu aşa bătaie de cap."[88] Şi peste nouă zile: „Descopăr că planurile şi ideile mele continuă să câştige în claritate, căpătând o formă din ce în ce mai *cristalină* şi din ce în ce mai puţin nebuloasă".[89] Ştia că realizase ceva cu totul nou. După alte zece zile, luptându-se cu ultimele corecturi, la „Mr. Taylors Printing Office" din Fleet Street, ea declara: „Nu cred că posedaţi jumătate din clarviziunea *mea* şi din puterea de a prevedea toate contingenţele *posibile* (*probabile* şi *improbabile*, deopotrivă). – . . .*Nu* cred că tatăl meu a fost (sau că ar fi putut să devină vreodată) un asemenea *poet* pe cât *voi fi eu* ca *analist* (şi metafizician); deoarece pentru mine cele două sunt indisolubil legate".[90]

Cine ar fi utilizat această maşină? Nu conţopişti sau prăvăliaşi, a spus fiul lui Babbage, mulţi ani după aceea. Scopul nu a fost niciodată aritmetica banală – „ar fi ca şi cum ai folosi ciocanul cu abur ca să spargi o nucă". El l-a parafrazat pe Leibniz: „Nu este făcut pentru aceia care vând zarzavaturi sau peştişori, ci pentru observatoare sau camerele private ale calculatorilor sau pentru alţii care îşi pot permite cu uşurinţă cheltuiala şi au nevoie de o mare cantitate de calcule".[91] Maşina lui Babbage nu fusese bine înţeleasă, nici de către guvernul său şi nici de către numeroşii prieteni care au trecut prin salonul său, dar, la vremea ei, influenţa sa a călătorit departe.

În America, o ţară debordând de inventii şi optimism ştiinţific, Edgar Allan Poe scria: „Ce să gândim despre maşina de calcul a domnului Babbage? Ce să gândim despre o maşină de lemn şi metal care poate . . .să asigure exactitatea operaţiilor

sale matematic certe prin puterea ei de a-şi corecta posibilele erori?".[92] Ralph Waldo Emerson îl cunoscuse pe Babbage la Londra şi declara în 1870: „Aburul este un savant dotat şi un camarad cu umeri tari, dar nu şi-a isprăvit încă munca".

> El deja se plimbă pe câmp ca un om şi va face orice i se cere. El irigă recoltele şi mută un munte. El trebuie să ne coase cămăşile, el trebuie să ne tragă trăsurile; învăţat de către domnul Babbage, el trebuie să calculeze dobânzi şi logaritmi. . . .Este încă pe cale să ofere servicii şi mai înalte de un tip mecanico-intelectual.[93]

Minunăţiile sale au primit şi dezaprobare. Unii critici s-au temut de o rivalitate între mecanism şi spirit. „Ce satiră este acea maşină faţă de un adevărat matematician!", a spus Oliver Wendell Holmes Sr. „Un monstru Frankenstein, un lucru fără creier şi fără inimă, prea netot ca să comită o gafă; care întoarce rezultatele ca o moară de porumb şi nu devine nicicând mai înţelept sau mai bun, chiar dacă macină o mie de buşeli din ele!" Toţi vorbeau de parcă maşina ar fi fost reală, dar nu a fost niciodată. A rămas suspendată în faţa propriului său viitor.[94]

La jumătatea drumului dintre timpul său şi al nostru, *Dicţionarul biografiei naţionale* îi acordă lui Charles Babbage un scurt articol – aproape cu totul lipsit de relevanţă sau valoare:

> matematician şi mecanic ştiinţific; .a obţinut un grant guvernamental pentru a face o maşină de calcul . . .dar activitatea de construcţie a încetat, din cauza dezacordurilor cu inginerul; a oferit guvernului un proiect îmbunătăţit, care a fost refuzat din motive de cost; . . .profesor Lucasian de matematică, la Cambridge, dar nu a ţinut prelegeri.

Preocupările lui Babbage, îndepărtându-se atât de mult de matematică, aparent atât de amestecate, au un fir comun pe care nici el, nici contemporanii săi nu l-au putut sesiza. Obsesiile sale nu aparţineau niciunei categorii – mai exact, niciunei categorii existente pe atunci. Adevăratul lui subiect a fost informaţia: emitere de mesaje, codificare, procesare.

A înfruntat două provocări excentrice şi aparent nefilosofice, având, după cum nota el, o strânsă legătură: descuierea lacătelor şi descifrarea codurilor. Descifrarea, spunea el, era „una dintre artele cele mai fascinante şi mi-e teamă că am irosit cu ea mai mult timp decât merită".[95] Pentru raţionalizarea procesului, s-a apucat să efectueze o „analiză completă" a limbii engleze. A creat seturi de dicţionare speciale: liste de cuvinte de o singură literă, de două litere, de trei, şi aşa mai departe; şi liste de cuvinte ordonate alfabetic, după litera iniţială, după a doua literă, a treia etc. Avându-le la îndemână, a proiectat metodologii de rezolvare de anagrame şi cuvinte încrucişate.

În inelele copacilor a văzut cum natura codifică mesaje despre trecut. O lecţie profundă: aceea că un arbore înregistrează un întreg complex de informaţii în substanţa lui solidă. „Fiecare ploaie care cade, fiecare schimbare de temperatură ce are loc şi fiecare suflare de vânt lasă asupra lumii vegetale urme ale trecerii lor; slabe, într-adevăr, şi imperceptibile, poate, pentru noi, dar nu mai puţin racordate permanent în adâncurile acelor ţesături lemnoase."[96]

În atelierele din Londra observase nişte tuburi de cositor, menite să transmită mesaje verbale, „prin care comenzile şefilor sunt comunicate instantaneu până în cele mai îndepărtate colţuri". El a considerat această tehnologie drept o contribuţie la „economia de timp" şi a sugerat că nimeni nu descoperise încă o limită a distanţei pînă la care pot ajunge mesajele vor-

bite. A făcut un calcul rapid: „Admițând că ar fi posibil între Londra și Liverpool, cam șaptesprezece minute ar trece până când cuvintele rostite la un capăt ar ajunge la cealaltă extremitate a conductei".[97] În anii 1820, a avut o idee de transmitere a mesajelor scrise, „închise în mici cilindri, mobili de-a lungul unor fire suspendate de sediile poștei, de turnuri sau turle de biserici" și a construit un prototip la casa lui din Londra.[98] A ajuns să fie obsedat de variațiuni pe tema trimiterii de mesaje la cele mai mari distanțe posibile. Sacul poștal expediat noaptea din Bristol, a remarcat el, cântărea mai puțin de 45 de kg. Ca să trimiți aceste mesaje la 120 de mile, „un vagon și aparatură, cântărind peste 136 de kg, sunt puse în mișcare și transportate, de asemenea, de-a lungul aceluiași spațiu".[99] Ce risipă! Să presupunem, în schimb, a sugerat el, că oficiile poștale ar fi legate prin intermediul unor stâlpi înalți, plantați la, să zicem, fiecare sută de metri. Sârme de oțel ar fi întinse de la un stâlp la altul. În orașe, turlele de biserică ar servi de stîlpi. Casete de cositor cu roți ar rula de-a lungul sârmelor și ar transporta pachete de scrisori. Costurile ar fi „comparativ neînsemnate", a spus el, „și nu este imposibil ca firul întins să fie disponibil pentru un gen de comunicație telegrafică, și mai rapidă".

În timpul Marii Expoziții din 1851, când Anglia și-a prezentat realizările industriale într-un Palat de Cristal, Babbage a plasat o lampă de ulei, dotată cu un oblon mobil, la o fereastră de la etajul casei sale din Dorset Street pentru a crea un aparat de „ocultare a luminii", care clipea semnale codificate spre trecători. A conceput un sistem standardizat pentru a fi folosit de farurile de pe coastele marine la emiterea de semnale numerice și a trimis prin poștă douăsprezece copii adresate, după cum a scris el, „autorităților abilitate ale marilor țări maritime". În Statele Unite, Congresul a aprobat 5 000 de

dolari pentru un program de testare a sistemului lui Babbage. A studiat semnalele solare şi „semnalele luminoase la zenit", proiectate de oglinzi, precum şi semnalele timpului măsurat la Greenwich pentru a le fi transmise marinarilor. Pentru comunicarea dintre navele eşuate şi echipele de salvare de la ţărm, a propus ca toate naţiunile să adopte o listă standard de o sută de întrebări şi răspunsuri, cărora să li se atribuie numere, „să fie tipărite pe cartele şi să fie bătute în cuie în diferite părţi ale fiecărui vas".[100] Semnale similare, a sugerat el, ar putea servi armata, poliţia, căile ferate sau chiar, „în diferite scopuri sociale", vecinii de la ţară.

Aceste scopuri nu erau nici pe departe evidente. „În ce scopuri va fi util telegraful electric?", l-a întrebat pe Babbage Charles Albert, regele Sardiniei, în 1840. Babbage şi-a scotocit mintea pentru o ilustrare „şi, în sfârşit, am indicat probabilitatea ca, prin intermediul telegrafului electric, flota Maiestăţii Sale să primească avertismente privind apropierea unor furtuni. . . .".

> Aceasta a condus la o nouă teorie despre furtuni, de care regele era foarte interesat. Treptat, m-am încumetat să-i clarific problema. Am citat, spre ilustrare, o furtună care avusese loc doar cu puţin timp înainte ca eu să fi părăsit Anglia. Daunele provocate la Liverpool au fost foarte mari, iar la Glasgow imense. . . .Am adăugat că dacă ar fi existat comunicaţii electrice între Genova şi alte câteva locuri, oamenii din Glasgow ar fi putut avea informaţii despre acele furtuni cu douăzeci şi patru de ore înainte de sosirea lor.[101]

Cât despre maşină, trebuia să fie uitată înainte de a fi reamintită. N-a avut nicio progenitură evidentă. S-a rematerializat ca o comoară îngropată şi a inspirat un sentiment de uimire tulbure. În plin avânt al erei computerelor, istoricul Jenny

Uglow a simțit în mașinile lui Babbage „un sens diferit al anacronismului". Astfel de invenții eșuate, a scris ea, conțin „idei care zac precum niște blueprinturi ce se îngălbenesc în dulapuri, pentru ca generațiile următoare să se împiedice de ele și să le redea prospețimea".[102]

Concepută inițial să genereze tabele numerice, mașina în forma sa modernă a făcut ca tabelele numerice să fie învechite. A anticipat Babbage acest lucru? S-a întrebat cum va utiliza lumea viitoare viziunea lui. A presupus că va trece încă o jumătate de secol până când oricine altcineva să încerce din nou să creeze o mașină de calcul de uz general. În realitate, a fost nevoie de peste un secol pentru a se constitui substratul tehnologic necesar. „Dacă, neprevenit de exemplul meu", a scris el în 1864, „cineva s-ar apuca și ar reuși să construiască realmente o mașină care să încorporeze întregul departament executiv de analiză matematică pe diferite principii sau prin mijloace mecanice mai simple, nu-mi e teamă să las reputația mea în grija aceluia, pentru că numai el singur va fi pe deplin capabil să aprecieze natura eforturilor mele și valoarea rezultatelor lor".[103]

Privind spre viitor, el a văzut un rol special pentru un adevăr mai presus de toate: „maxima potrivit căreia cunoașterea este putere". El înțelegea expresia literal. Cunoașterea „este ea însăși generatoare de forță fizică", a declarat el. Știința i-a dăruit omului aburul și, curând, bănuia el, se va orienta spre mai puțin tangibila forță a electricității: „Deja ea aproape a pus în lanțuri fluidul eteric". Și a privit mai departe:

> Este știința *calculului* – care devine constant tot mai necesară cu fiecare pas al progresului nostru și care, în ultimă instanță, trebuie să guverneze toate aplicațiile științei în artele vieții.

Cu câţiva ani înainte de moarte, i-a spus unui prieten că ar renunţa bucuros la oricât mai avea de trăit, numai dacă i s-ar îngădui să mai trăiască trei zile, peste cinci secole în viitor.

Cât despre tânăra lui prietenă Ada, contesă de Lovelace, ea a murit cu mulţi ani înaintea lui – o moarte lungă şi chinuitoare din cauza unui cancer uterin, agonia fiindu-i prea puţin alinată cu laudanum şi canabis. Multă vreme, familia i-a ascuns adevărul despre boala ei. În cele din urmă, a ştiut că era pe moarte. „Se spune că «evenimentele ce stau să vină îşi trimit înainte umbrele»", i-a scris ea mamei sale. „Nu şi-ar putea trimite câteodată înainte *luminile* lor?"[104] Au înmormântat-o lângă tatăl ei.

Şi ea a avut, de asemenea, un ultim vis asupra viitorului: „Eu să devin, *cu timpul*, un *autocrat*, în felul meu". Şi-ar fi dorit să aibă regimente, aliniate în faţa ei. Stăpânii de fier ai lumii ar trebui să fie daţi la o parte. Şi din ce ar fi alcătuite regimentele ei? „Deocamdată nu divulg acest lucru. Oricum, nutresc speranţa că vor fi cele mai *armonios* disciplinate trupe; – constând din *numere* mari şi mărşăluind cu o forţă irezistibilă pe sunetul *muzicii*. Nu este ceva misterios? Cu siguranţă trupele mele trebuie să constea în *numere*, ori nu pot avea nici un fel de existenţă. . . .Însă atunci, *ce* sunt aceste *numere*? Aceasta este o ghicitoare."[105]

5 | UN SISTEM NERVOS PENTRU PĂMÂNT

(LA CE TE POȚI AȘTEPTA DIN PARTEA CÂTORVA SÂRME PRĂPĂDITE?)

Este un fapt – sau am visat – că, datorită electricității, lumea materiei a devenit un mare nerv, vibrând pe mii de mile-ntr-o clipită? Cumva, globul rotund este un cap imens, un creier, instinct cu inteligență! Sau, ar trebui să spunem, este el însuși un gând, nimic altceva, doar gând și nu mai e substanța pe care o știam![1]

– Nathaniel Hawthorne (1851)

În 1846, trei funcționari într-o cămăruță de la etaj, în Ferry House din Jersey City, manevrau întregul trafic telegrafic al metropolei New York și nu aveau prea multe de făcut. Ei administrau un terminal al unei singure perechi de sârme, ducând spre Baltimore și Washington. Mesajele primite erau scrise de mână, retransmise cu feribotul peste râul Hudson până la docurile din Liberty Street și predate primului oficiu al Magnetic Telegraph Company de pe Wall Street, numărul 16.[2]

La Londra, unde fluviul crea mai puține dificultăți, capitaliștii au înființat Electric Telegraph Company și au început să întindă primele lor fire de cupru, răsucite în cabluri, învelite în gutapercă și trase prin conducte de fier, în principal de-a lungul noilor căi ferate. Pentru sediul central, compania a închiriat Founders' Hall, Lothbury, peste drum de Banca Angliei, și au semnalat prezența ei instalând un ceas electric – modern și sigur, pentru că deja ora căilor ferate era și ora telegrafică. În 1849, oficiul telegrafic se lăuda cu opt aparate, funcționale zi și noapte. Patru sute de baterii furnizau energia.

„Vedem în fața noastră un zid cu stucaturi, ornamentat cu un luminos ceas electric", relata în 1854 jurnalistul Andrew Wynter. „Cine s-ar gândi că în spatele acestei frunți înguste se află marele creier – dacă îl putem numi astfel – al sistemului nervos al Britaniei?"[3] Nu era nici primul, nici ultimul care asemăna telegraful electric cu cablarea biologică: comparând sârmelele cu nervii; națiunea sau întregul pământ cu corpul omenesc.[4]

Analogia lega un fenomen uimitor cu altul. Electricitatea era o enigmă învăluită în mister, apropiată de magie, și nimeni nu înțelegea nici sistemul nervos. Cel puțin se știa că nervii conduc o formă de electricitate și astfel, poate, serveau drept canale prin care creierul dirijează trupul. Anatomiștii care studiau fibrele nervoase s-au întrebat dacă nu erau izolați cu propria versiune corporală de gutapercă. Poate că nervii nu erau doar *ca* niște sârme; poate că *erau* sârme, purtând mesaje dinspre regiunile inferioare către sensorium – partea senzitivă a creierului. Alfred Smee, în lucrarea sa *Elemente de electro-biologie*, din 1849, asemăna creierul cu un acumulator și nervii cu niște „bio-telegrafe".[5] Ca orice metaforă suprauzată, și acesteia i-a venit vremea să fie satirizată. Un reporter din Menlo Park, aflând că Thomas A. Edison răcise la cap, a scris: „Doctorul a venit și s-a uitat la el, i-a explicat relația dintre nervii trigemeni și analogia lor cu un telegraf cu trei fire și, divagând, a remarcat că, în nevralgia facială, fiecare dinte poate fi privit ca o stație de telegraf cu un singur operator".[6] Când a apărut telefonul, analogia a fost întărită. „E foarte aproape timpul", declara *Scientific American*, „când membrii răspândiți ai comunităților civilizate vor fi la fel de strâns uniți, în ceea ce privește comunicarea telefonică instantanee, pe cât sunt acum diferitele membre ale corpului unite de sistemul nervos".[7] Având în vedere cât de speculativă era analogia, s-a dovedit a nu fi toc-

mai rea. Nervii transmit realmente mesaje, iar telegraful şi telefonul au început să transforme, pentru prima oară, societatea umană în ceva ce semăna cu un organism coerent.

În primele lor zile, aceste invenţii au inspirat o bucurie fără precedent în analele tehnologiei. Surescitarea s-a răspândit dintr-un loc în altul prin cotidiene şi magazine lunare şi, mai la obiect, de-a lungul cablurilor însele. S-a născut un nou sentiment al viitorimii: un sentiment că lumea era în schimbare, că viaţa copiilor şi a nepoţilor avea să fie foarte diferită, totul datorită acestei forţe şi utilizării ei. „Electricitatea este poezia ştiinţei", declara un istoric american în 1852.[8]

Nu că ar fi ştiut cineva ce era electricitatea. „Un agent invizibil, intangibil şi imponderabil", a spus o autoritate.[9] Toată lumea era de acord că ea implica o „condiţie specială", fie a moleculelor, fie a eterului (el însuşi un concept nebulos şi, în cele din urmă, condamnat să dispară). În secolul al XVII-lea, Thomas Browne descria efluviile electrice drept „firicele de sirop, care se alungesc şi se contractă". În secolul al XVIII-lea, lansatorul de zmee Benjamin Franklin a dovedit „asemănarea fulgerului cu electricitatea" – identificând acele temute trăznete din cer cu ciudatele scântei şi curenţii tereştri. Franklin a mers pe urmele Abatelui Jean-Antoine Nollet, un filosof al naturii şi puţin măscărici, care a spus în 1748: „În mâinile noastre, electricitatea este la fel ca fulgerul în mâinile naturii". Şi, ca să o demonstreze, a organizat un experiment ce folosea o butelie de Leyda şi o sârmă de fier pentru a trimite un şoc prin două sute de călugări cartuzieni, dispuşi într-un cerc lung cam de o milă. Din aproape simultanele ţopăieli, zgâlţâieli, convulsii şi ţipete ale călugărilor, privitorii au dedus că mesajul – al cărui conţinut informaţional era redus, dar nu zero – s-a deplasat în jurul cercului cu o viteză fantastică.

Ulterior, Michael Faraday, din Anglia, a făcut mai mult decât oricare altul pentru a transforma electricitatea din magie în știință, însă, chiar și așa, în 1854, când Faraday era la apogeul cercetărilor sale, Dionysius Lardner, scriitorul științific care îl admirase atât de mult pe Babbage, putea să declare cât se poate de corect: „Lumea științifică nu este de acord în ceea ce privește caracterul fizic al electricității". Unii credeau că ar fi un fluid „mai ușor și mai subtil" decât orice gaz; alții bănuiau un amestec de două fluide „având proprietăți antagonice"; iar alții credeau că electricitatea nu era câtuși de puțin un fluid, ci mai curând ceva analog cu sunetul: „o serie de ondulații sau vibrații".[10] *Harper's Magazine* avertiza că termenul „curent" era numai o metaforă și adăuga misterios: „Nu trebuie să gândim electricitatea ca purtând mesajul pe care îl scriem, ci mai degrabă ca făcându-l pe operatorul de la celălalt capăt al liniei capabil să scrie unul similar".[11]

Indiferent de natura sa, electricitatea era considerată o forță naturală, controlată de către om. Un recent ziar din New York, *The Times*, o explica prin contrast cu aburul:

> Amândouă sunt niște puternici și chiar formidabili agenți smulși naturii de priceperea și forța omului. Însă electricitatea este de departe cea mai subtilă dintre cele două energii. Este un element natural original, pe când aburul este un produs artificial. Combinată cu magnetismul, electricitatea este un agent mai subiectiv și, când pregătirea pentru transmisie va fi gata să înainteze, un mesager sigur și rapid până la marginile globului locuibil.[12]

Privind în urmă, rapsozii au descoperit că epoca modernă fusese prevestită într-un verset din *Cartea lui Iov*: „Nu poți tu să trimiți fulgere, în stare să meargă și să spună: Iată-ne?".[13]

Însă fulgerul nu *spunea* nimic – el orbea, trăznea şi pârjolea, dar, ca să poarte un mesaj, era nevoie de ceva ingeniozitate. În mâinile omului, electricitatea cu greu putea să realizeze ceva, la început. Nu putea face o lumină mai strălucitoare decât o scânteie. Era tăcută. Dar putea fi trimisă de-a lungul unor sârme la mari distanţe – aceasta a fost o descoperire timpurie – şi părea să transforme sârmele în nişte magneţi slabi. Acele sârme puteau fi lungi: nimeni nu a găsit nicio limită de acţiune a curentului electric. Nu a trecut prea mult timp pentru a se vedea ce însemna aceasta pentru străvechiul vis al comunicării la mare distanţă. Însemna acele simpatetice.

Era necesar să se rezolve nişte probleme practice: fabricarea sârmelor, izolarea lor, acumularea curenţilor, măsurarea lor. Trebuia inventat un întreg domeniu ingineresc. Pe lângă inginerie, mai era o problemă distinctă: problema mesajului însuşi. Aceasta era mai mult o enigmă logică decât una tehnică. Era o problemă de salt peste niveluri, de la cinetică la semnificaţie. Ce formă ar trebui să ia mesajul? Cum să convertească telegraful acest fluid în cuvinte? În virtutea magnetismului, influenţa propagată la o anumită distanţă putea să se exercite asupra obiectelor fizice, precum ace, pilitură de fier sau chiar mici pârghii. Oamenii aveau diferite idei: electromagnetul ar putea să sune un clopoţel de alarmă; ar putea să regleze mişcarea unui angrenaj; ar putea să răsucească un suport, de care să fie ataşat un toc (dar ingineria secolului al XIX-lea nu era la nivelul scrierii manuale robotice). Sau curentul ar putea să tragă cu tunul. Imaginaţi-vă declanşarea unei lovituri de tun prin emiterea unui semnal de la mile depărtare! Potenţialii inventatori priveau în mod natural spre tehnologiile anterioare de comunicare, dar precedentele erau, în marea lor majoritate, de un gen nepotrivit.

Dar, înainte să fi existat telegrafe electrice, au fost doar telegrafe: *les télégraphes*, inventate și denumite de către Claude Chappe din Franța, în timpul Revoluției.* Ele erau optice; un „telegraf" era un turn pentru emiterea de semnale către alte turnuri aflate în raza vizuală. Sarcina consta în a pune la punct un sistem de semnalizare mai eficient și mai flexibil decât, să spunem, focurile pe dealuri. Lucrând cu partenerul lui în schimbul de mesaje, fratele său Ignace, Claude a încercat o serie de scheme diferite, care au evoluat timp de câțiva ani.

Prima era ciudată și ingenioasă. Frații Chappe au pus o pereche de pendule să bată în sincronie, fiecare având o limbă care se rotea împrejurul unui cadran cu viteză destul de mare. Au experimentat cu ele în orașul lor de baștină, Brûlon, la vreo sută de mile vest față de Paris. Ignace, expeditorul, urma să aștepte până când limba indicatoare atingea un număr convenit și, în acel moment, semnala bătând un clopot, trăgând un foc de armă sau, cel mai adesea, lovind o caserolă. Auzind sunetul, Claude, aflat la un sfert de milă depărtare, urma să citească numărul potrivit pe ceasul lui. Putea să convertească numărul în cuvinte, căutând pe o listă prestabilită. Această idee de comunicare prin intermediul ceasurilor sincronizate a reapărut în secolul XX, în experimentele mentale ale fizicienilor și în dispozitivele electronice, dar în 1791 nu a dus nicăieri. Un neajuns era faptul că cele două stații trebuiau să fie legate atât vizual, cât și auditiv – iar dacă erau, ceasurile aveau puțin de adăugat. Un altul era problema de sincronizare a ceasurilor, în primul rând, și apoi de a le menține sincronizate. În sfârșit, trimiterea de mesaje rapide pe distanțe lungi a făcut posibilă

* Dar contele Miot de Melito a pretins în memoriile sale că Chappe a înregistrat ideea sa la Oficiul de Război cu denumirea de *tachygraphe* („scriitor rapid") și că el, Miot, a propus în loc *télégraphe* – care „a devenit, să spunem așa, un cuvânt de-al casei"[14] (n.a.).

sincronizarea – şi nu invers. Schema s-a prăbuşit sub greutatea propriei sale ingeniozităţi.

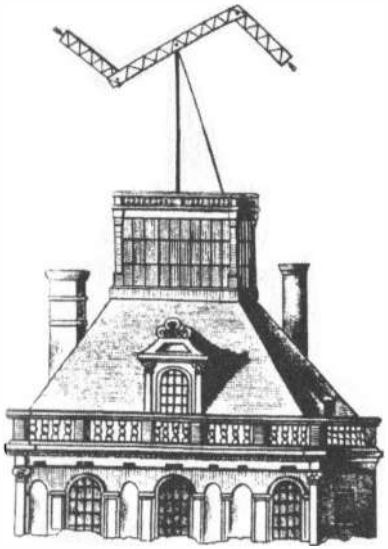
Între timp, fraţii Chappe au reuşit să atragă şi pe alţi doi fraţi, Pierre şi René, în cadrul proiectului, împreună cu un grup de funcţionari municipali şi notari regali, în calitate de martori. Următoarea încercare a renunţat la ceasuri şi sunet. Fraţii Chappe au construit un mare cadru de lemn cu obloane glisante, ridicate şi coborâte cu scripeţi. Folosind fiecare combinaţie posibilă, acest „telegraf" putea să transmită un alfabet de treizeci şi două de simboluri – 25, un alt cod binar, deşi detaliile nu au supravieţuit. Claude solicita bani de la nou-înfiinţata Adunare Legislativă, aşa că a încercat acest mesaj plin de speranţă din Brûlon: *„L'Assemblée nationale recompensera les experiences utiles au public"* („Adunarea Naţională va recompensa experimentele utile publicului"). Cele opt cuvinte au avut nevoie de 6 minute, 20 de secunde pentru a fi trimise şi nu au reuşit să se adeverească.[15]

Franţa revoluţionară era deopotrivă un loc bun şi rău pentru experimentări moderniste. Atunci când Claude a ridicat un telegraf prototip în Parcul Saint-Fargeau, în nord-estul Parisului, o mulţime bănuitoare l-a pus la pământ, temându-se de transmiterea unor mesaje secrete. Cetăţeanul Chappe a continuat să caute o tehnologie la fel de rapidă şi sigură pe cât era celălalt nou dispozitiv, ghilotina. A proiectat un aparat cu o traversă masivă, ce susţinea două braţe gigantice, manipulate cu frânghii. La fel ca multe maşini timpurii, aceasta avea o formă oarecum antropomorfică. Braţele se puteau dispune în oricare dintre şapte unghiuri, în ecarturi de câte 45 de grade (nu opt, deoarece unul ar fi făcut ca braţul să fie ascuns de traversă), iar traversa se putea roti, la rândul său, totul sub comanda unui operator aflat jos, manipulând un sistem de manivele şi scripeţi. Ca să perfecţioneze acest mecanism com-

plex, Chappe l-a cooptat şi pe Abraham-Louis Breguet, bine-cunoscutul ceasornicar.

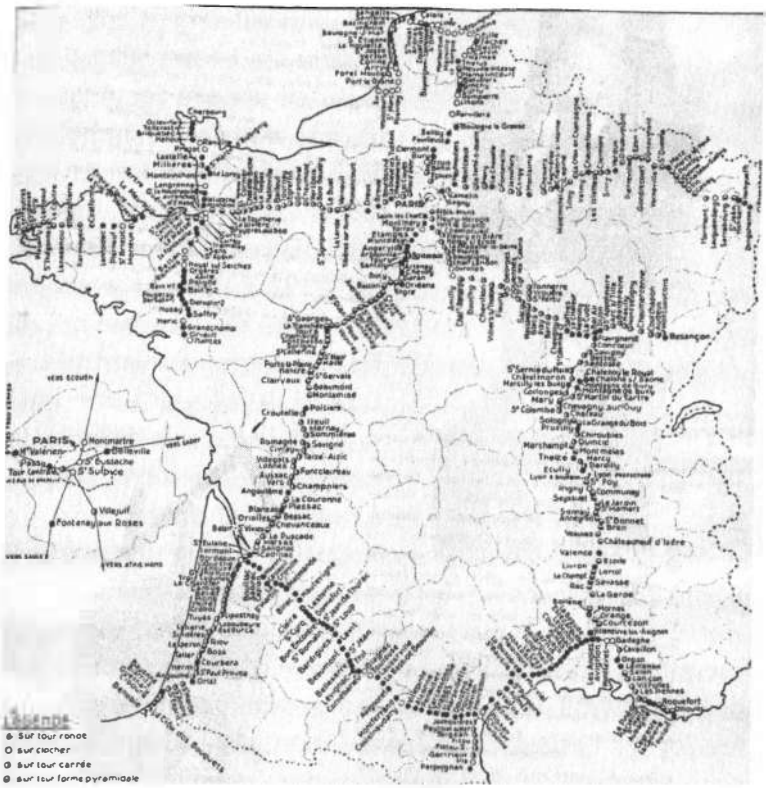
Oricât de complicată era problema comenzii aparatului, chestiunea proiectării unui cod adecvat s-a dovedit a fi şi mai dificilă. Din punct de vedere strict mecanic, braţele şi traversa puteau să se dispună în orice unghi – posibilităţile erau infinite –, dar, pentru o semnalizare eficientă, trebuia ca Chappe să limiteze posibilităţile. Cu cât mai puţine poziţii semnificante, cu atât mai redusă probabilitatea de confuzie. El a ales numai două pentru traversă, plus cele şapte pentru fiecare braţ, creând un spaţiu simbolic de 98 de aranjamente posibile (7 × 7 × 2). În loc să le utilizeze pentru litere şi numere, Chappe s-a apucat să elaboreze un cod minuţios. Unele semnale erau rezervate pentru corectarea erorilor şi control: start şi stop, confirmare, amânare, conflict (un turn nu putea să trimită mesaje în ambele direcţii simultan) şi eşec. Altele erau folosite în perechi, indicând operatorului numere de pagini şi de rânduri din nişte cărţi speciale de coduri, cu peste opt mii de intrări potenţiale: cuvinte şi silabe, precum şi nume proprii de persoane sau localităţi. Toate acestea au rămas un secret păzit cu străşnicie. În fond, mesajele urmau să fie transmise prin aer, în văzul tuturor. Chappe a pornit de la premisa că reţeaua de telegraf la care visa urma să fie un departament al statului, în proprietatea şi sub administrarea guvernului. Nu l-a văzut ca pe un instrument de cunoaştere sau de îmbogăţire, ci ca pe un instrument de putere. „Va veni ziua", a scris el, „când guvernul va fi capabil să împlinească cea mai grandioasă idee pe care ne-o putem face despre putere, utilizând sistemul telegrafic ca să-şi propage direct, zi de zi, oră de oră şi simultan, influenţa asupra întregii republici".[16]

Ţara fiind în război şi autoritatea deţinută acum de Convenţia Naţională, Chappe a reuşit să atragă atenţia unor



Un telegraf Chappe

legiuitori influenți. „Cetățeanul Chappe oferă o metodă ingenioasă de a scrie în aer, folosind un mic număr de simboluri, formate simplu din niște segmente de linii drepte", raporta unul dintre ei, Gilbert Romme, în 1793.[17] El a convins Convenția să aloce șase mii de franci pentru a se construi trei turnuri de telegraf într-o linie la nord de Paris, la distanțe de șapte până la nouă mile. Frații Chappe s-au mișcat rapid de această dată și la sfârșitul verii au organizat o demonstrație triumfală pentru deputații spectatori. Deputaților le-a plăcut ceea ce au văzut: un mijloc de a primi vești de pe front și de a transmite ordinele și decretele lor. I-au acordat lui Chappe un salariu, dreptul de folosință a unui cal guvernamental și numirea oficială în postul de *ingénieur télégraphe*. A început să lucreze la o linie de stații lungă de 120 de mile, de la Luvru din Paris spre Lille, la granița de nord. În mai puțin de un an, avea optsprezece stații operaționale și primele mesaje au sosit de la Lille: din fericire, știri despre victorii asupra prusacilor și austriecilor. Convenția era în extaz. Un deputat a numit un panteon al celor patru mari invenții omenești: tiparul, praful de pușcă, busola și „limbajul semnelor telegrafice".[18] Avea dreptate să se concentreze asupra limbajului. În termeni de hardware – frânghii, leviere și traverse de lemn –, frații Chappe nu inventaseră nimic nou.



Reţeaua franceză de telegrafie la apogeu

A început construcţia de staţii ramificate, spre est până la Strasbourg, spre vest până la Brest şi spre sud până la Lyon. Când Napoleon Bonaparte a preluat puterea în 1799, a ordonat trimiterea unui mesaj în toate direcţiile – „Paris est tranquille et les bons citoyens sont contents" („Parisul este liniştit şi cetăţenii cumsecade sunt mulţumiţi") – şi curând a comandat o linie de staţii noi tocmai până la Milano. Sistemul telegrafic stabilea un nou standard de viteză a comunicaţiilor, de vreme ce singurul competitor real era un călăreţ în şa. Dar viteza

putea fi măsurată în două feluri: în termeni de distanță sau în termeni de simboluri și cuvinte. Chappe a pretins odată că un semnal ar putea să ajungă de la Toulon la Paris – o linie de 120 de stații de-a lungul a 475 de mile – în numai zece sau douăsprezece minute. Dar el nu putea face acea afirmație în legătură cu un mesaj complet, chiar unul relativ scurt. Trei semnale pe minut era, maximum de ceea ce se putea aștepta chiar din partea celui mai rapid operator. Următorul operator din lanț, privind printr-un telescop, trebuia să noteze de mână fiecare semnal într-un carnețel, să-l reproducă manevrând propriile sale pârghii și scripeți și să se asigure că a fost recepționat corect de stația următoare. Lanțul de semnale era vulnerabil și fragil: ploaia, ceața sau un operator neatent ar fi întrerupt orice mesaj. Atunci când rata de succes a fost măsurată în anii 1840, s-a constatat că numai două mesaje din trei ajungeau într-o zi pe timpul călduros al verii, iar pe timp de iarnă, rata scădea la unul din trei. Codificarea și decodificarea cereau timp, de asemenea, dar numai la începutul și la capătul liniei. Operatorii din stațiile intermediare aveau de retransmis semnale fără să le înțeleagă. Într-adevăr, mulți *stationaires* erau analfabeți.

Atunci când soseau, mesajele nu erau întotdeauna credibile. Multe stații de retransmisie însemnau șanse mari de eroare. Copiii de pretutindeni știu acest lucru, jucând un joc de transmitere de mesaje, cunoscut în Britania sub numele de „Șoapte chinezești", în China drept 以讹传讹, în Turcia numit „De la o ureche la alta", iar în Statele Unite moderne drept simplu „Telefonul". Atunci când colegii săi au nesocotit problema corectării erorilor, Ignace Chappe s-a plâns: „Probabil că nu au făcut experimente cu mai mult de două sau trei stații".[20]

Astăzi, vechile telegrafe sunt uitate, dar ele au făcut senzație la vremea lor. La Londra, un comediant și compozitor din

Drury Lane, pe nume Charles Dibdin, a introdus invenţia într-un musical din 1794 şi i-a prezis un viitor minunat:

Doar dacă promiteţi să nu râdeţi nici măcar un pic,
Telegraful francez voi încerca să vă explic!
O maşină înzestrată cu-o putere ce te lasă fără glas,
Scrie, citeşte, veşti trimite la zeci de mile într-un ceas.

Oh! Jucători la loterie bogaţi vor fi precum evreii:
Ca să primească veşti, în loc să zboare porumbeii,
De la Old Ormond Quay trimite-vor o telegramă;
Să pună înc-un vas pe mare fără teamă.

Adio, timbre de-un penny! scrisori şi atelaje-n drum;
Trebşoara voastră s-a-cheiat. Gata cu voi de-acum:
În locul vostru, telegrafele de pe-ale noastre case vom vedea,
Cum ne spun ora, fac lumină, cămăşile usucă şi veşti ne-or da.[21]

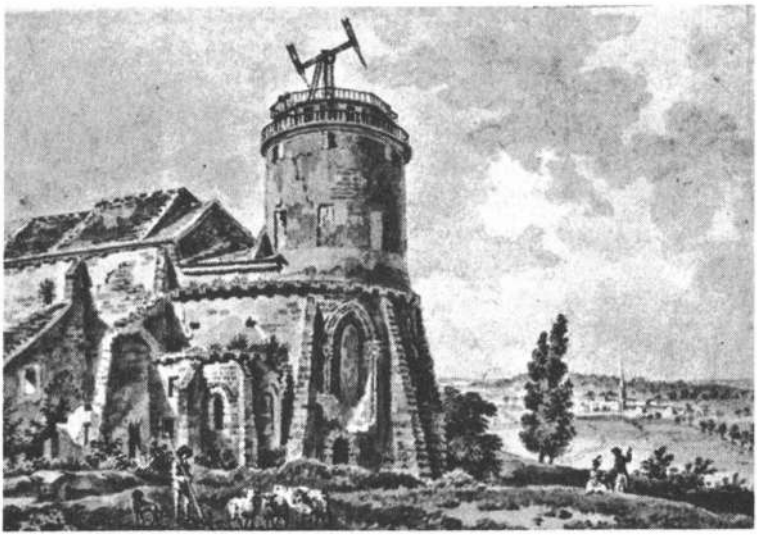
Turnurile de telegraf s-au răspândit de-a lungul şi de-a latul Europei, iar ruinele lor sunt împrăştiate în peisajele rurale de astăzi. Telegraph Hill, Telegrafberger, Telegraphen-Berg sunt vestigii ale unor denumiri geografice. Suedia, Danemarca şi Belgia au fost printre primele care au realizat sisteme după modelul francez. Germania le-a urmat curând. O linie între Calcutta şi Chunar a început să opereze în 1823; între Alexandria şi Cairo, în 1824; iar în Rusia, Nicolae I a organizat 220 de staţii de la Varşovia la Sankt Petersburg şi Moscova. Deţineau supremaţia în comunicaţiile mondiale şi apoi, mai repede decât se dezvoltaseră, au ajuns să fie învechite. În 1859, colonelul Taliaferro Shaffner, un inventator şi istoric din Kentucky, a călătorit în Rusia şi a fost izbit de înălţimea tur-

nurilor și de frumusețea lor, de grija cu care fuseseră pictate și ornate cu flori, dar și de moartea lor subită și universală.

> Aceste stații sunt acum mute. Nu se mai vede nici urmă de mișcare a indicatoarelor. Ele se mai află pe pozițiile lor înalte, căzând degrabă pe mâna distrugătoare a timpului. Firul electric, deși mai puțin impozant în aparență, traversează imperiul și, cu scântei arzătoare, transmite la distanță voința împăratului către șaizeci și șase de milioane de ființe umane răspândite pe domeniile sale atât de vaste.[22]

În mintea lui Shaffner, aceasta era o conversație într-un singur sens. Cele șaizeci și șase de milioane nu-i răspundeau împăratului și nu discutau nici între ei.

Ce era de spus, când se scria în aer? Claude Chappe făcuse această propunere: „Orice care poate fi subiect de corespondență".[23] Dar exemplul său – „Lukner a plecat spre Mons ca să asedieze orașul, Bender înaintează în apărarea lui" – lămurea ce avea el în vedere: expedierea unor mesaje de importanță militară și statală. Ulterior, Chappe a propus trimiterea unor alte tipuri de informații: știri privind expediția de mărfuri și cotații financiare de la bursele de valori. Napoleon nu ar fi permis acest lucru, deși el a folosit telegraful ca să proclame nașterea fiului său, Napoleon al II-lea, în 1811. O infrastructură de comunicații, construită cu enorme investiții guvernamentale și capabilă să transmită câteva sute de cuvinte pe zi, cu greu putea fi utilizată pentru mesaje private. Era ceva inimaginabil – și când, în secolul următor, a devenit imaginabil, unele guverne au găsit că este indezirabil. Imediat ce întreprinzătorii au început să organizeze telegrafia privată, Franța a interzis-o categoric: o lege din 1837 pedepsea cu închisoare și amenzi pe „oricine ar fi efectuat transmiterea neautorizată



Telegraful de la Montmartre

de semnale dintr-un loc în altul, cu ajutorul mașinilor telegrafice sau prin orice alte mijloace".[24] Ideea unui sistem nervos global trebuia să se nască în altă parte. În anul următor, 1838, autoritățile franceze au primit vizita unui american, venit cu propunerea unui „telegraf" ce utiliza sârme electrice: Samuel F. B. Morse. L-au refuzat fără ezitări. În comparație cu semaforul maiestuos, electricitatea părea ceva nesigur și de mântuială. Nimeni nu putea să tulbure semnalele telegrafice de pe cer, dar sârma putea fi tăiată de sabotori. Jules Guyot, un medic și savant însărcinat să evalueze tehnologia, a pufnit: „La ce te poți aștepta din partea câtorva sârme prăpădite?".[25] Chiar, la ce?

Întreținerea și alimentarea delicatului impuls galvanic au prezentat un set dur de provocări tehnice și un set diferit a

apărut atunci când electricitatea s-a întâlnit cu limbajul: acolo unde cuvintele trebuiau să fie transpuse într-o sclipire pe fir. Punctul de intersecție între electricitate și limbaj – totodată interfața dintre aparat și om – solicita o nouă inventivitate. Multe scheme le-au trecut prin minte inventatorilor. Virtual, toate se bazau într-un fel sau altul pe alfabetul scris, folosind litere ca un strat intermediar. Acest lucru părea atât de natural încât să nu merite a fi remarcat. *Telegraf* însemna „scriere la distanță", la urma urmelor. Așa că, în 1774, Georges-Louis Le Sage de Geneva a dispus douăzeci și patru de fire separate ca să desemneze douăzeci și patru de litere, fiecare fir transportând destul curent cât să scuture o lamelă de aur, o biluță agățată într-un recipient de sticlă sau „alte corpuri ce pot fi cu ușurință atrase și care, în același timp, sunt ușor vizibile".[26] Erau prea multe fire ca să fie practicabil. În 1887, un francez pe nume Lomond a tras un singur fir prin apartamentul său și a pretins că este capabil să semnalizeze diferitele litere făcând o biluță să danseze în diferite direcții. „Pare-se că el a format un alfabet de mișcări", relata un martor, dar în aparență numai soția lui Lomond putea să înțeleagă codul. În 1809, un german, Samuel Thomas von Sömmering, a făcut un telegraf cu bulbuci. Curentul trecând prin fire într-un vas cu apă producea bule de hidrogen; fiecare fir, și astfel fiecare jet de bulbuci, putea să indice o singură literă. În timp ce lucra la el, von Sömmering a reușit cu ajutorul electricității să facă să sune un clopoțel: el balansa o linguriță în apă, de sus în jos, astfel încât destule bule să o facă să se încline, eliberând o greutate, ce împingea o pârghie, făcând să sune un clopoțel. „Acest al doilea obiect, ceasul cu alarmă", a scris el în jurnalul său, „m-a costat multă reflecție și multe încercări inutile cu mașinăria".[27] Peste Atlantic, un american pe nume Harrison Gray Dyer a încercat să trimită semnale făcând scântei electrice din acid nitric care decolora hârtia de turnesol. A întins un fir prin

copaci şi pe stâlpi în jurul unei piste de curse din Long Island. Hârtia de turnesol trebuia să fie mişcată cu mâna.[28]

Au urmat apoi acele. Fizicianul André-Marie Ampère, realizator al galvanometrului, a propus utilizarea acestuia ca dispozitiv de semnalizare: era un ac deviat de electromagnetism – o busolă arătând spre un momentan nord artificial. Şi el gândea în termeni de un ac pentru fiecare literă. În Rusia, baronul Pavel Schilling a prezentat un sistem cu cinci ace, pe care ulterior le-a redus la unul singur: el a atribuit combinaţii de semnale la stânga şi la dreapta literelor şi numerelor. La Göttingen, în 1833, matematicianul Carl Friedrich Gauss, lucrând cu un fizician, Wilhelm Weber, a realizat o schemă similară, cu un ac. Prima deviere a acului dădea două semnale posibile, stânga sau dreapta. Două devieri combinate dădeau alte patru posibilităţi (dreapta + dreapta, dreapta + stânga, stânga + dreapta şi stânga + stânga). Trei devieri dădeau opt combinaţii, iar patru dădeau şaisprezece, pentru un total de treizeci de semnale distincte. Un operator ar fi urmat să utilizeze pauzele pentru separarea semnalelor. Gauss şi Weber au organizat logic alfabetul lor de devieri, începând cu vocalele şi apoi luând literele şi cifrele în ordine:

dreapta	= *a*
stânga	= *e*
dreapta, dreapta	= *i*
dreapta, stânga	= *o*
stânga, dreapta	= *u*
stânga, stânga	= *b*
dreapta, dreapta, dreapta	= *c* (şi *k*)
dreapta, dreapta, stânga	= *d*
etc.	

Această schemă de codificare a literelor era una binară, într-un fel. Fiecare unitate minimală, fiecare mică piesă de semnal, se reducea la o alegere între două posibilități, stânga sau dreapta. Fiecare literă solicita un număr de astfel de alegeri și acel număr nu era predeterminat. Putea fi una, precum cea între dreapta pentru *a* și stânga pentru *e*. Puteau fi mai multe, așa că schema era una deschisă, permițând un alfabet din atâtea litere câte erau necesare. Gauss și Weber au întins o sârmă dublă, lungă de o milă, peste case și clopotnițe, între Observatorul din Göttingen și Institutul de Fizică. Ceea ce au reușit să-și spună unul altuia nu s-a păstrat.

Departe de atelierele acestor inventatori, *telegraful* încă însemna turnuri, semafoare, obloane și steaguri, dar entuziasmul față de noile posibilități începea să se înfiripe. Într-o conferință susținută în 1833 la Boston Marine Society, un jurist și filolog, John Pickering, declara: „Trebuie să fie evident pentru cel mai obișnuit observator, că niciodată nu poate fi realizat un mijloc de transport de informații care să depășească ori chiar să egaleze rapiditatea telegrafului, deoarece, cu excepția abia perceptibilei retransmiteri din fiecare stație, rapiditatea sa poate fi comparată cu aceea a luminii însăși".[29] El se gândea cu precădere la telegraful de pe Central Wharf, un turn de tip Chappe, care comunica informații privind expedițiile de mărfuri către alte trei stații dintr-o linie de douăsprezece mile peste Golful Boston. Între timp, zeci de ziare recente din toată țara se numeau în stil modern „*The Telegraph*". Și ele se găseau în domeniul scrierii la distanță.

„Telegrafia este un element de putere și de ordine"[30], spusese Abraham Chappe, însă clasele financiare și comerciale în ascensiune erau următoarele care au sesizat valoarea informației ce scurta distanțele. Numai două sute de mile despărțeau Bursa de pe Threadneedle Street din Londra de Bursa din

Palais Brongniart, însă două sute de mile însemnau zile. Se puteau face averi ridicând un pod peste acea distanță. Pentru speculatori, un telegraf privat ar fi fost la fel de util ca o mașină a timpului. Familia de bancheri Rothschild folosea porumbei drept curieri poștali și, mai sigur, o mică flotă de vase care să transporte mesageri peste Canalul Mânecii. Odată descoperit, fenomenul informației rapide de la distanță a generat o cascadă de febrilitate. Pickering din Boston a făcut un calcul: „Dacă în prezent sunt avantaje esențiale pentru afaceri în a obține informații de la New York în două zile sau mai puțin, sau cu o rată de opt sau zece mile pe oră, oricine poate sesiza că poate fi un profit proporțional, atunci când putem transmite aceeași informație la acea distanță prin telegraf cu o rată de patru mile pe minut sau în decursul unei singure ore, de la New York la Boston".[31] Interesul guvernelor de a primi rapoarte militare și de a-și exercita autoritatea era depășit de dorințele capitaliștilor și ale ziarelor, căilor ferate și companiilor navale. Și totuși, în vastitatea Statelor Unite, nici măcar presiunea comerțului nu era suficientă pentru a face din telegrafia optică o realitate. Un singur prototip a reușit să lege două orașe: New York și Philadelphia, în 1840. Aceasta transmitea valorile bursei și apoi numerele de loterie, după care a devenit o relicvă.

Toți inventatorii potențiali ai telegrafului electric – și erau destui – au lucrat cu aceeași trusă de scule. Ei aveau sârmele lor și ace magnetice. Aveau baterii: celule galvanice, legate între ele, ce produceau electricitate prin reacția unor lamele metalice scufundate în băi de acid. Nu aveau lumini. Nu aveau motoare. Aveau tot felul de mecanisme pe care le puteau construi din lemn și alamă: ace, șuruburi, roți, arcuri și pârghii. În sfârșit,

aveau scopul comun spre care ţinteau cu toţii: literele alfabetului. (Edward Davy a crezut că era necesar să explice, în 1836, cum şi de ce literele ar fi fost suficiente: „O singură literă poate fi indicată de fiecare dată, fiecare literă fiind preluată de către receptor atunci când soseşte, astfel încât să se formeze cuvinte şi propoziţii; dar este uşor de văzut că, din infinitele schimbări ale unui număr de litere, se poate transmite un mare număr de comunicări obişnuite".)[32] Pe lângă acest inventar comun, la Viena, Paris, Londra, Göttingen, Sankt Petersburg şi în Statele Unite, aceşti pionieri împărtăşeau un sentiment de febrilitate competitivă în domeniul lor, dar niciunul nu ştia cu claritate ce făceau ceilalţi. Nu se puteau ţine la curent cu ştiinţele relevante; progrese esenţiale în ştiinţa electricităţii au rămas necunoscute oamenilor care aveau cea mai mare nevoie de ele. Fiecare inventator se căznea să înţeleagă ce se întâmpla cu acel curent curgând prin sârme de diferite lungimi şi grosimi şi au continuat să se chinuie timp de peste un deceniu după ce Georg Ohm, din Germania, a pus la punct o teorie matematică precisă a curentului, voltajului şi rezistenţei. Astfel de noutăţi călătoreau lent.

Acesta era contextul în care Samuel Morse şi Alfred Vail, din Statele Unite, şi, în Anglia, William Cooke şi Charles Wheatstone au făcut din telegraful electric o realitate şi o afacere. Într-un fel sau altul, cu toţii au pretins ulterior că ar fi „inventat" telegraful, deşi niciunul nu o făcuse – cu siguranţă nu Morse. Parteneriatele lor erau destinate să se încheie cu brutale, turbulente şi înverşunate dispute în privinţa patentelor, în care s-au amestecat majoritatea savanţilor proeminenţi în domeniul electricităţii de pe două continente. Traseul invenţiei, trecând prin atât de multe ţări, a fost precar înregistrat şi încă mai prost comunicat.

În Anglia, Cooke era un tânăr întreprinzător – a văzut un prototip de telegraf cu ac pe când călătorise la Heidelberg –, iar Wheatstone era un fizician de la King's College din Londra, cu care Cooke a stabilit un parteneriat în 1837. Wheatstone făcuse experimente legate de viteza sunetului şi a electricităţii şi, încă o dată, problema reală era conectarea fizicii cu limbajul. Ei l-au consultat pe Michael Faraday, autoritatea Angliei în materie de electricitate, şi pe Peter Roget, autorul unui *Tratat despre electro-magnetism*, precum şi al unui sistem de clasificare verbală, pe care l-a numit *Thesaurus*. Telegraful Cooke-Wheatstone a trecut printr-o serie de prototipuri. Unul folosea şase fire ca să formeze trei circuite, fiecare controlând un ac magnetic. „Am realizat fiecare permutare posibilă şi combinaţie practică a semnalelor date de cele trei ace şi am obţinut astfel un alfabet de douăzeci şi şase de semnale"[33], nota Cooke, întrucâtva obscur. Mai era, de asemenea, şi o alarmă, pentru cazul în care atenţia operatorului se abătea de la aparat; Cooke a spus că fusese inspirat de unicul dispozitiv mecanic pe care îl cunoştea bine: o cutie muzicală de tabac pentru prizat. În următoarea versiune, o pereche sincronizată de cadrane de ceas rotative afişau literele alfabetului printr-o fantă. Şi mai ingenios, şi la fel de bizar, era un proiect cu cinci ace: douăzeci de litere erau aranjate pe o grilă de forma unui romb şi un operator, apăsând pe nişte butoane numerotate, făcea ca două dintre cele cinci ace să indice, fiecare, litera dorită. Acest telegraf Cooke-Wheatstone a reuşit să se descurce fără *C, J, Q, U, X* şi *Z*. Competitorul lor american, Vail, a descris ulterior operaţia după cum urmează:

> Presupuneţi că mesajul de trimis de la staţia Paddington la staţia Slough este acesta: „Am întâlnit inamicul şi sunt în mâinile noastre". Operatorul din Paddington apasă pe butoanele 11 şi 18, pentru a

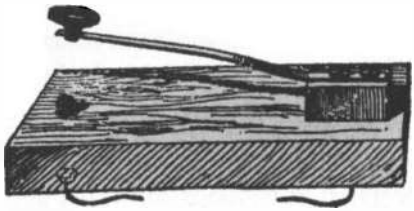
semnaliza pe cadranul de la Slough litera W. Acesta îl scrie sau îl strigă altuia, care îl notează, fiind nevoie, conform unui calcul efectuat recent, de cel puțin două secunde pentru fiecare semnal.[34]

Vail considera sistemul ineficient. Poziția în care se afla îi permitea să fie pretențios.

Cât despre Samuel Finley Breese Morse, amintirile sale de mai târziu au apărut în contextul controversei – ceea ce fiul său a numit „bătălia verbală angajată în lumea științifică în legătură cu problema priorității, a descoperirii sau invenției exclusive, a îndatorării față de alții și cea a plagiatului conștient sau inconștient".[35] Toate acestea au fost alimentate de eșecurile în materie de comunicare și înregistrare documentară. Educat la Yale College, fiul unui preot din Massachusetts, Morse era un artist, nu un savant. În anii 1820 și 1830, și-a petrecut mare parte din timp călătorind în Anglia, Franța, Elveția și Italia ca să studieze pictura. Într-una dintre aceste călătorii, a auzit despre telegrafia electrică sau, în termenii din memoriile sale, avusese această subită intuiție: „ca o străfulgerare a fluidului subtil pe care ulterior l-a făcut să-l servească", după cum s-a exprimat fiul său. Morse i-a spus unui prieten cu care împărțea camera la Paris: „Poșta din țara noastră este prea lentă; acest telegraf francez este mai bun și ar fi încă și mai bun în atmosfera noastră senină decât aici, unde jumătate din timp ceața acoperă cerul. Însă tot nu ar fi destul de rapid – fulgerul ne-ar servi mai bine".[36] După cum și-a descris epifania, a fost o intuiție nu despre fulger, ci despre semne: „Nu ar fi dificil de construit un *sistem de semne* prin care informațiile să poată fi transmise instantaneu".[37]

Scriere telegrafică a primului aparat al lui Morse

Morse a avut o mare inspirație, din care a decurs tot restul. Neștiind nimic despre biluțe, bule sau hârtia de turnesol, el a văzut că un semn ar putea fi făcut din ceva mai simplu, mai fundamental și mai puțin tangibil – cel mai minimal eveniment, închiderea și deschiderea unui circuit. Nu contează acele. Curentul electric curgea și era întrerupt, iar întreruperile puteau fi organizate să creeze sens. Ideea era simplă, însă primele dispozitive ale lui Morse erau complicate, folosind penduluri, creioane, benzi de hârtie, tamburi și manivele. Vail, un mașinist experimentat, a întrerupt totul. Pentru capătul expeditor, Vail a conceput ceea ce a devenit o piesă emblematică de interfață pentru utilizator: o simplă pârghie cu arc, cu care un operator putea să dirijeze circuitul cu atingerea unui deget. Mai întâi, el a numit această pârghie „corespondent"; apoi doar „key" – clapă sau tastă. Simplitatea ei a făcut-o să fie cu cel puțin un ordin de mărime mai rapidă decât butoanele și manivelele utilizate de către Wheatstone și Cooke. Cu tasta telegrafică, un operator putea să trimită semnale – care erau, în fond, simple întreruperi ale curentului – cu o rată de sute pe minut.



„Clapa" telegrafică a lui Alfred Vail

Prin urmare, la un capăt aveau o pârghie, pentru închiderea și deschiderea circuitului, iar la celălalt capăt curentul comanda un electromagnet. Unul dintre ei, probabil Vail, s-a gândit să le pună pe cele două laolaltă. Magnetul putea să comande pârghia. Această combinație (inventată mai mult sau mai puțin simultan de către Joseph Henry de la Princeton și Edward Davy din Anglia) a fost numită „releu" – schimb, de

la cuvântul pentru un cal odihnit care înlocuia unul epuizat. Ea a înlăturat cel mai mare obstacol ce stătea în calea telegrafiei electrice la mare distanță: slăbirea curentului pe măsură ce trecea prin sârme foarte lungi. Un curent slab încă putea să acționeze un releu, care pornea un nou circuit, alimentat de la o baterie nouă. Releul avea un potențial mai mare decât și-au dat seama inventatorii săi. Pe lângă faptul că lăsa un semnal să se propage, un releu putea să inverseze semnalul. Și releele puteau să combine semnale din mai multe surse. Dar asta era pentru mai târziu.

Punctul de cotitură a sosit în 1844, atât în Anglia, cât și în Statele Unite. Cooke și Wheatstone au deschis prima lor linie de-a lungul căii ferate ce pornea de la Paddington Station. Morse și Vail aveau și ei linia lor de la Washington până la stația de cale ferată Pratt Street din Baltimore, din sârme învelite cu ață și smoală, atârnate pe stâlpi din lemn de șase metri înălțime. Traficul de comunicații era lejer la început, dar Morse putea să raporteze cu mândrie Congresului că un instrument putea să transmită treizeci de caractere pe minut și că liniile „nu au fost tulburate de nimeni, din zburdălnicie sau proastă dispoziție". De la început, conținutul comunicatelor a fost divergent – de-a dreptul comic – față de mesajele marțiale și oficiale familiare telegrafiștilor francezi. În Anglia, primele mesaje consemnate în caietul telegrafic de la Paddington se refereau la bagaje pierdute și tranzacții de retail. „Trimite un mesager la domnul Harris, Dukestreet, Manchester-square, și cere-i să trimită 3 kg de momeală albă și 2 kg de cârnați cu trenul de 5.30 domnului Finch din Windsor; trebuie să fie expediate cu trenul de 5.30 sau de loc."[38] De Anul Nou, superintendentul de la Paddington i-a trimis salutări corespondentului său din Slough și a primit răspunsul că urarea fusese trimisă cu o jumătate de minut prea devreme; miezul nopții

încă nu venise acolo.[39] În acea dimineață, un spițer din Slough, pe nume John Tawell, și-a otrăvit amanta, Sarah Hart, și a fugit să prindă trenul de la Paddington. Un mesaj telegrafic i-a luat-o înainte cu descrierea sa („îmbrăcăminte de kwaker*, cu un palton cafeniu pe deasupra" – nu exista litera *Q* în sistemul englez); a fost prins la Londra și spânzurat în martie. Drama a umplut ziarele luni de-a rândul. S-a spus pe urmă despre sârmele de telegraf că „ele sunt frânghiile cu care a fost spânzurat John Tawell".[40] În aprilie, un oarecare căpitan Kennedy, de la terminalul din South-Western Railway, a jucat o partidă de șah cu domnul Staunton, aflat la Gosport; s-a relatat că „în transmiterea mutărilor, electricitatea a parcurs înainte și înapoi, în timpul jocului, 10 000 de mile".[41] Și ziarelor le-a plăcut această poveste – și, din ce în ce mai mult, au prețuit orice istorie ce dezvăluia minunile telegrafului electric.

Atunci când întreprinderile engleze și americane și-au deschis porțile către marele public, nu era nici pe departe clar cine, în afară de poliție și ocazionali jucători de șah, s-ar așeza la coadă să plătească tariful. La Washington, unde prețurile începeau de la un sfert de cent pe literă, încasările totale în primele trei luni au fost de sub două sute de dolari. În anul următor, când s-a deschis o linie Morse între New York și Philadelphia, traficul a crescut un pic mai repede. „În vreme ce dumneavoastră considerați că afacerea este extrem de slabă și că încă nu avem încrederea publicului", scria un reprezentant al companiei, „veți vedea că suntem cu toții mulțumiți de rezultatele de până acum".[42] El anticipa că încasările vor crește în curând la cincizeci de dolari pe zi. Reporterii de la ziare s-au

* Scrierea corectă este quaker – denumirea unui cult neoprotestant, născut în Anglia în secolul al XVII-lea; cele mai puternice comunități de adepți s-au stabilit în Statul Utah, din S.U.A. (n.t.).

prins și ei în horă. În toamna lui 1846, Alexander Jones a trimis prima sa relatare pe fir de la New York City la Washington Union: o relatare privind lansarea la apă a vasului USS *Albany* în docurile de la Brooklyn Navy Yard.[43] În Anglia, un jurnalist de la *The Morning Chronicle* descrie emoția primirii primului său reportaj trimis printr-o linie de telegraf Cooke-Wheatstone,

> prima livrare de informații printr-o subită tresărire a acului nemișcat și sunetul strident al alarmei. Priveam vrăjiți fața taciturnă a prietenului nostru, cadranul mistic, și notam cu repeziciune în carnetele noastre afirmațiile lui venite de la vreo nouăzeci de mile depărtare.[44]

Era ceva contagios. Unii erau îngrijorați că telegraful avea să însemne moartea ziarelor, până atunci „purtătorul rapid și indispensabil de informații comerciale, politice sau de altă natură", după cum s-a exprimat un jurnalist american.

> În acest scop, ziarele vor deveni cu totul inutile. Anticipate în toate privințele de aripile sclipitoare ale telegrafului, ele se mai pot ocupa numai de chestiuni locale sau de speculații abstracte. Puterea lor de a face senzație, chiar și în campaniile electorale, va fi considerabil slăbită – întrucât infailibilul telegraf le va contrazice falsificările la fel de repede pe cât pot ele să le publice.[45]

Neînfricoșate, ziarele abia așteptau să pună tehnologia la lucru. Editorii au descoperit că orice știre părea mai urgentă și mai atâtătoare cu eticheta „comunicat prin telegraful electric". În pofida costurilor – la început, de regulă, cincizeci de cenți pentru zece cuvinte –, ziarele au devenit cei mai entuziaști clienți ai serviciilor telegrafice. În câțiva ani, 120 de ziare din provincie primeau în fiecare noapte rapoarte de la Parlament. Buletine de știri privind Războiul Crimeii se răs-

pândeau de la Londra spre Liverpool, York, Manchester, Leeds, Bristol, Birmingham și Hull. „Mai iute decât poate zbura o rachetă, ca o rachetă explodează și este purtată mai departe pe firele ramificate într-o duzină de orașe învecinate", nota un jurnalist. El vedea și unele pericole, totuși: „Informația, astfel culeasă și transmisă în mare grabă, are și neajunsurile ei și nu este la fel de credibilă pe cât sunt știrile care pornesc mai târziu și călătoresc mai încet".[46] Relația dintre telegraf și ziare era una simbiotică. Bucle de feedback pozitiv amplificau efectul. Deoarece telegraful era o tehnologie a informației, servea drept agent al propriei sale ascensiuni.

Expansiunea globală a telegrafului a continuat să-i surprindă chiar și pe susținătorii săi. Când s-a deschis primul oficiu telegrafic din New York City de pe Wall Street, cea mai mare problemă a sa era râul Hudson. Sistemul Morse avea o linie de șaizeci de mile în sus pe partea estică, până ce ajungea într-un punct destul de îngust pentru a se întinde un fir peste apă. În câțiva ani, totuși, un cablu izolat a fost instalat pe sub apele golfului. Peste Canalul Mânecii, un cablu submarin în lungime de douăzeci și cinci de mile făcea legătura între Dover și Calais în 1851. Curând după aceea, o autoritate informată avertiza: „Orice idee de legătură între Europa și America, prin linii directe peste Atlantic, este cu totul impracticabilă și absurdă".[47] Asta era în 1852; imposibilul a fost realizat în 1858, moment în care regina Victoria și președintele Buchanan au făcut schimb de amabilități și *The New York Times* anunța „un rezultat atât de practic, și totuși de neconceput . . .atât de plin de prognoze optimiste pentru viitorul omenirii . . .una dintre grandioasele borne pe drumul înainte și în sus al intelectului omenesc". Care era esența realizării? „Transmiterea gândului, impulsul vital al materiei."[48] Febrilitatea era globală, dar efectele erau locale. Brigăzile de pompieri și secțiile de poliție și-au

conectat comunicațiile. Comercianți mândri își făceau reclamă cu faptul că puteau să preia comenzi telegrafice.

Informații care cu numai doi ani în urmă ar fi avut nevoie de zile ca să ajungă la destinație puteau acum să sosească acolo – oriunde – în câteva secunde. Aceasta nu era o dublare sau o triplare a vitezei; era un salt peste multe ordine de mărime. Era ca explozia unui baraj a cărui prezență nu fusese nici măcar bănuită. Consecințele sociale nu puteau fi anticipate, dar unele au fost remarcate și apreciate aproape imediat. Simțul vremii a început să se schimbe – vremea fiind o generalizare, o abstracție. Buletine meteorologice simple au început să străbată firele pe socoteala speculatorilor de pe piața de porumb: *Derby, foarte urât; York, frumos; Leeds, frumos; Nottingham, fără ploi dar urât și frig.*[49] Însăși ideea de „buletin meteorologic" era nouă. Ea solicita o oarecare aproximare de cunoștințe imediate despre un loc îndepărtat. Telegraful i-a făcut pe oameni capabili să gândească vremea ca pe o chestiune de largă răspândire și interconectată, mai degrabă decât ca pe o varietate de surprize locale. „Fenomenele atmosferice, misterele meteoriților, cauza și efectul combinațiilor cerești nu mai țin de superstiție sau de panica agricultorului, a marinarului sau a ciobanului", nota un comentator entuziast în 1848:

> Telegraful intră să-i spună, pentru nevoile și grijile sale de zi cu zi, nu numai că „vreme frumoasă vine dinspre nord", dar firul electric îi poate spune într-o clipă cum e vremea simultan în toate colțurile insulei noastre. .În acest fel, telegraful poate fi făcut un vast barometru național, electricitatea devenind slujnica pieței.[50]

Aceasta era o idee transformatoare. În 1854, guvernul a înființat un Birou Meteorologic în cadrul Consiliului Comerțului. Șeful departamentului, amiralul Robert FitzRoy,

fost căpitan al navei HMS *Beagle**, s-a mutat într-un birou de pe King Street, l-a mobilat cu barometre, aneroide și ochelari de furtună și a distribuit observatori echipați cu aceleași instrumente prin porturile de jur împrejurul coastelor britanice. Aceștia telegrafiau rapoartele lor privind norii și vântul de două ori pe zi. FitzRoy a început să emită predicții ale vremii, pe care le-a botezat „prognoze" și, în 1860, *The Times* a început să le publice zilnic. Meteorologii au început să înțeleagă faptul că, privite la scară mare, vânturile erau circulare sau, cel puțin, „foarte curbate".

Cele mai fundamentale concepte erau în joc drept consecință a comunicării instantanee între puncte aflate la mari distanțe. Observatorii culturali au început să spună că telegraful „anihila" timpul și spațiul. El „ne face capabili să trimitem, prin intermediul misteriosului fluid, comunicări cu iuțeala gândului și să anihilăm deopotrivă timpul și spațiul", anunța în 1860 un reprezentant al telegrafului american.[51] Era o exagerare care curând a devenit un clișeu. Telegraful părea să vicieze ori să scurteze timpul într-un sens particular: timpul ca obstacol sau piedică a interacțiunii umane. „În vederea tuturor scopurilor practice", anunța un ziar, „timpul, în tranzit, poate fi privit ca fiind pe de-a-ntregul eliminat".[52] La fel și în cazul spațiului. „Distanța și timpul s-au modificat atât de mult în imaginația noastră", spunea Josiah Latimer Clark, un inginer englez de telegrafie, „încât globul a fost practic redus ca mărime și nu poate încăpea îndoială că viziunea noastră

* HMS, acronim pentru *Her Majesty Ship* – „Nava Maiestății Sale"; HMS *Beagle* este vasul pe care Charles Darwin a făcut celebra sa călătorie de studiu al unor fenomene variate, biologice și geologice, din diferite părți ale lumii, observațiile sale din acest lung voiaj stând la baza unor idei revoluționare, care au culminat cu teoria evoluționistă, expusă în 1859, când a fost publicată lucrarea sa fundamentală, *Originea speciilor* (n.t.).

despre dimensiunile sale este cu totul diferită față de cea a strămoșilor noștri".[53]

Înainte, orice timp era local: atunci când soarele era cel mai sus pe cer, era amiaza. Numai un vizionar (sau un astronom) ar fi știut că oamenii din locuri diferite trăiau după un ceas diferit. Acum, timpul putea să fie ori local, ori standard, iar distincția îi deruta pe cei mai mulți oameni. Căile ferate solicitau timpul standard și telegraful a făcut să fie realizabil. A fost nevoie de decenii până când timpul standard s-a impus; procesul putea doar să înceapă în anii 1840, când astronomul regal a montat fire de la Observatorul din Greenwich până la Electric Telegraph Company din Lothbury, intenționând să sincronizeze ceasurile națiunii. Înainte, ultimul nivel în tehnologia semnalării timpului era o bilă aruncată de pe un catarg aflat pe domul Observatorului. Când locuri îndepărtate au fost coordonate în timp, s-au putut măsura în sfârșit longitudinile lor cu precizie. Cheia măsurării longitudinii era cunoașterea timpului din altă parte și a distanței până în acel loc. Navele transportau, prin urmare, ceasuri, conservând timpul în capsule mecanice imperfecte. Locotenentul Charles Wilkes, de pe U. S. Exploring Expedition, a utilizat prima linie Morse în 1844 ca să localizeze Battle Monument din Baltimore la 1 minut, 34,868 secunde est de Capitoliul din Washington.[54]

Departe de a anihila timpul, sincronicitatea i-a lărgit dominația. Însăși ideea de sincronicitate și conștiința faptului că ideea era nouă făceau capetele să se învârtă. *The New York Herald* declara:

> Telegraful profesorului Morse nu este numai o eră în transmiterea de informații, dar a născut în minte o întreagă nouă clasă de idei, o nouă specie de conștiință. Niciodată înainte nimeni nu era conștient de faptul că știa cu certitudine ce evenimente aveau loc în acel

moment într-un oraș îndepărtat – aflat la 40, 100 sau 500 de mile distanță.

Imaginați-vă, continua încântat acest scriitor, că *acum* este ora 11. Telegraful transmite ceea ce un legiuitor spune *acum* la Washington.

> Nu e nevoie de puțin efort intelectual ca să-ți dai seama că acesta este un fapt care se petrece *acum* și nu unul care s-a *petrecut*.[55]

Acesta este un fapt care se petrece *acum*.

Istoria și facerea istoriei s-au schimbat, la rândul lor. Telegraful a provocat conservarea în mari cantități a unor detalii precise privind viața de toate zilele. O vreme, până când a devenit nepractic, companiile de telegraf au încercat să păstreze evidența tuturor mesajelor. Era o stocare de informații fără precedent. „Închipuiți-vă un viitor Macauley scotocind printre aceste date și zugrăvind, pe baza lor, trăsăturile tipice ale vieții sociale și comerciale din Anglia secolului al XIX-lea", cugeta un eseist. „Ce nu se va putea extrage cândva în secolul XXI dintr-o arhivă a corespondenței unui întreg popor?"[56] În 1845, după un an de experiență cu linia dintre Washington și Baltimore, Alfred Vail a încercat un catalog cu tot ceea telegraful transmisese până în acel moment. „Multe informații importante", a scris el,

> constând din mesaje către și de la comercianți, membri ai Congresului, reprezentanți ai guvernului, bănci, brokeri, ofițeri de poliție; părți care, prin convenție, s-au întâlnit la cele două stații ori au fost chemate de către una din părți; știri, rezultate electorale, anunțuri mortuare, investigații medicale ale unor familii sau indivizi, lucrările zilnice ale Senatului și Camerei Reprezentanților, comenzi

de bunuri, localizări de nave, evoluția unor cazuri în diferite tribunale, citări de martori, mesaje în legătură cu trenurile speciale și expres, invitații, încasarea de bani la o stație și plata lor la cealaltă, pentru persoane ce solicitau transferul de fonduri de la debitori, consultații medicale . . .[57]

Aceste categorii diverse nu mai fuseseră niciodată agregate sub același titlu tematic. Telegraful le-a dăruit un element comun. În cererile de acordare de patente și în acordurile legale, de asemenea, inventatorii aveau motive să gândească problematica lor în termeni cât se poate de largi: de exemplu, trimiterea, printarea, ștampilarea și orice alt aspect al transmiterii de semnale, sunetul alarmelor sau comunicarea de informații.[58]

În acel timp de schimbare conceptuală, erau necesare niște reajustări mentale pentru a se înțelege telegraful însuși. Confuzia inspira anecdote, care adeseori au atribuit noi semnificații bizare unor termeni familiari: cuvinte nevinovate precum *a trimite* și unele cu o încărcătură bogată, precum *mesaj*. E cazul femeii care a venit cu o farfurie de varză acră la oficiul telegrafic din Karlsruhe pentru a-i fi „trimisă" fiului său din Rastatt. Ea auzise de niște soldați „trimiși" pe front prin telegraf. A mai fost bărbatul care a venit cu un „mesaj" la oficiul telegrafic din Bangor, Maine. Operatorul a manipulat clapa telegrafului, după care a agățat hârtia într-un cârlig. Clientul s-a plâns de faptul că mesajul nu fusese trimis, deoarece încă putea să-l vadă agățat în cârlig. Pentru *Harper's New Monthly Magazine*, care a relatat întâmplarea în 1873, ideea era că până și oamenii „inteligenți și bine informați" continuau să considere enigmatice aceste chestiuni:

Dificultatea formării unei concepții clare asupra subiectului este sporită de faptul că, în timp ce trebuie să avem de-a face cu realități

noi şi ciudate, trebuie, de asemenea, să folosim cuvinte vechi cu sensuri noi şi contradictorii.[59]

Un mesaj păruse a fi un obiect fizic. A fost întotdeauna o iluzie; acum era nevoie ca oamenii să despartă concepţia lor asupra mesajului de hârtia pe care era scris. Savanţii, explica *Harper's*, vor spune că, de fapt, curentul electric „*poartă* un mesaj", dar nu trebuie să ne imaginăm că este transportat un *lucru* sau ceva sensibil. Există numai „acţiunea şi reacţiunea unei forţe imponderabile şi alcătuirea, prin intermediul său, de semnale inteligibile trimise la distanţă". Nu-i de mirare că oamenii erau derutaţi. „Lumea trebuie, poate pentru mult timp de-acum încolo, să utilizeze în continuare un astfel de limbaj."

Peisajul fizic s-a schimbat şi el. Fire pretutindeni alcătuiau o bizară ornamentaţie, pe străzile oraşelor şi pe drumurile de ţară. „Companiile telegrafice s-au luat la întrecere să pună stăpânire pe aerul de deasupra capetelor noastre", scria un jurnalist englez, Andrew Wynter. „Uitându-ne pe sus, nu putem evita să vedem fie cabluri groase, atârnate cu fire diafane, fie un număr imens de linii paralele de fire zburând din post în post, prinse pe acoperişuri şi suspendate pe distanţe lungi."[60] O vreme, nu s-au pierdut în fundal. Lumea se uita la sârme şi se gândea la încărcătura lor invizibilă. „Ei acordează un instrument pe cer", spunea Robert Frost, „prin care vorbe ciocănite sau rostite / Fugi-vor tot atât de-ncet şoptit precum un gând".[61]

Firele nu semănau cu nimic din arhitectură şi nici din natură. Scriitorii în căutare de asemănări s-au gândit la păienjeni şi la pânzele lor. S-au gândit la labirinturi. Şi încă un cuvânt părea să se potrivească: pământul era acoperit, spunea

lumea, de o *reţea* de fier.* „O reţea de nervi din sârmă de fier, încordaţi de fulgere, se vor ramifica de la creier, New York, spre îndepărtate mădulare şi membre"[62], spunea *New York Tribune*. „Întreaga reţea de fire", scria *Harper's*, „toate fremătând de la un capăt la altul de semnale ale inteligenţei omeneşti".[63]

Wynter a emis o predicţie. „Nu e departe vremea", a scris el, „când oricine va putea vorbi cu oricine fără să iasă din casă".[64] El înţelegea „vorbirea" în sens metaforic.

În mai multe privinţe, folosirea telegrafului însemna scriere codificată.

La început, sistemului Morse cu puncte şi liniuţe nu i s-a spus cod. I s-a spus simplu alfabet: de regulă „alfabetul telegrafic Morse". El nu reprezenta sunete, ci semne. Sistemul Morse a luat alfabetul ca punct de pornire şi l-a potenţat, prin substituţie, înlocuind semnele cu noi semne. Era un metaalfabet, odată înlăturat celălalt alfabet. Acest proces – transferul de semnificaţie de la un nivel simbolic la altul – avea deja un loc în matematică. Într-un anume sens, era chiar esenţa matematicii. Acum a devenit o componentă familiară a trusei de scule omeneşti. Pe de-a-ntregul datorită telegrafului, pe la sfârşitul secolului al XIX-lea, lumea s-a obişnuit cu ideea de coduri: semne utilizate pentru alte semne, cuvinte utilizate pentru alte cuvinte. Mişcarea de la un nivel simbolic la altul s-ar putea numi *codificare*.

* În original, *net-work* – joc de cuvinte intraductibil; *net* înseamnă „plasă", iar *work*, termen cu foarte multe semnificaţii în limba engleză, are aici sensul de „lucrătură", „împletire"; ad litteram, *net-work* ar însemna „împletire de plasă"; contopite, cele două cuvinte formează termenul modern *network* = reţea (n.t.).

Două motivaţii s-au potrivit ca o mănuşă pe mână: caracterul privat şi scurtimea. Mesajele scurte economiseau bani – asta era simplu. Acest impuls era atât de puternic, încât stilul prozei engleze a părut să-i simtă curând efectele. *Telegrafic* şi *telegrafistic* descriau noul mod de a scrie. Floricelele retorice costau prea mult şi unii le regretau. „Stilul telegrafic alungă toate formele de politeţe", a scris Andrew Wynter:

> „Pot să vă solicit a-mi face favoarea" înseamnă 6 dolari pe o distanţă de 50 de mile. Câte dintre aceste tandre adjective trebuie, prin urmare, să elimine implacabil biet omul nostru pentru a-şi aduce misiva la un preţ rezonabil?[65]

Aproape imediat, reporterii au început să născocească metode de a transmite mai multă informaţie cu mai puţine cuvinte taxabile. „Am inventat devreme un sistem stenografic sau cifru", se lăuda unul, „astfel aranjat încât veniturile din producţie, vânzările şi preţurile tuturor articolelor principale de panificaţie, alimente etc. puteau fi trimise zilnic de la Buffalo şi Albany în douăzeci de cuvinte, pentru ambele oraşe, care, atunci când erau scrise complet, ar fi făcut o sută de cuvinte sau mai mult".[66] Companiile telegrafice au încercat să riposteze, pe motivul că aceste coduri private jucau la cacealma cu sistemul, dar cifrurile au înflorit. Un sistem tipic atribuia întregi fraze unor cuvinte din dicţionar, organizându-le semantic şi alfabetic. De exemplu, toate cuvintele care începeau cu B se refereau la piaţa de făină: baal = „tranzacţiile sunt mai mici decât ieri"; babble = „afacerile merg bine"; baby = „Western este stabil, cu cerere moderată la comerţul intern şi la export"; button = „piaţa calmă şi preţurile mai mici". Era necesar, desigur, ca expeditorul şi receptorul să lucreze cu liste de cuvinte identice. Operatorilor telegrafişti mesajele codifi-

cate li se păreau nişte nonsensuri, ceea ce, în sine, se dovedea a fi o calitate suplimentară.

De îndată ce s-au gândit să trimită mesaje telegrafice, oamenii au fost preocupaţi de faptul că acestea erau expuse lumii – cel puţin operatorilor telegrafişti, străini nesiguri, care nu aveau cum să nu citească mesajele pe care le introduceau în aparatele lor. În comparaţie cu misivele scrise de mână, închise în plicuri şi sigilate cu ceară, întreaga afacere părea publică şi nesigură – mesajele trecând prin acele conducte misterioase, firele electrice. Însuşi Vail a scris în 1847, „marele avantaj pe care îl posedă aceste telegraf în transmiterea mesajelor cu viteza fulgerului, anihilând timpul şi spaţiul, ar fi poate mult diminuat ca utilitate dacă nu se serveşte de aplicarea unui alfabet secret". Existau, spunea el, „sisteme"–

> prin care un mesaj poate să circule între doi corespondenţi, prin intermediul telegrafului şi, totuşi, conţinutul mesajului să rămână profund secret pentru toţi ceilalţi, inclusiv operatorii din staţiile telegrafice, prin mâinile cărora trebuie să treacă. [67]

Totul era foarte dificil. Telegraful servea nu numai ca un dispozitiv, ci şi ca *medium* – o stare de mijloc, intermediară. Mesajul trece prin acest medium. Distinct faţă de mesaj, trebuie avute în vedere şi conţinuturile acelui mesaj. Chiar şi atunci când mesajul trebuie să fie expus, conţinuturile pot fi ascunse. Vail a explicat ce înţelegea el prin *alfabet secret*: un alfabet ale cărui caractere fuseseră „transpuse şi interschimbate".

Atunci, reprezentantul lui *a*, din alfabetul *permanent*, poate fi reprezentat de *y*, *c* sau *x* în alfabetul *secret*; şi tot aşa pentru fiecare dintre celelalte litere.

Astfel, „Firma G. Barlow & Co. a dat faliment" devine „Ejn stwz ys & qhwkyf p iy jhan shtknr". Pentru situaţii mai puţin

delicate, Vail propunea utilizarea versiunilor abreviate ale frazelor comune. În loc de „give my love to" el sugera „gmlt". El a mai oferit câteva sugestii:

mhii	My health is improving
shf	Stocks have fallen
ymir	Your message is received
wmietg	When may I expect the goods?
wyegfef	Will you exchange gold for eastern funds?*

Toate aceste sisteme necesitau un aranjament prealabil între expeditor şi destinatar: mesajul trebuia să fie suplimentat sau alterat de cunoştinţele preexistente împărtăşite la ambele capete. Un depozitar convenabil al acestor cunoştinţe era o carte de coduri şi, atunci când s-a deschis pentru afaceri prima linie Morse, unul dintre investitorii şi promotorii săi principali, congresmanul de Maine Francis O. J. Smith, cunoscut drept Fog – *Ceaţă*, a realizat una: *Vocabularul de corespondenţă secretă; adaptat pentru utilizarea telegrafului electro-magnetic Morse: şi, de asemenea, în redactarea corespondenţei scrise, transmise prin poştă sau altcumva.* Nu era altceva decât o listă alfabetică numerotată de 56 000 de cuvinte englezeşti, începând cu *Aaronic* şi sfârşind cu *zygodactylous*, plus instrucţiuni. „Vom presupune că persoana care scrie şi persoana căreia i se scrie sunt, fiecare, în posesia unui exemplar din această carte", explica Smith. „În loc să-şi trimită comunicările în cuvinte, ei trimit numai numere sau parţial numere şi parţial cuvinte." Pentru şi mai

* ***give my love to*** – transmite dragostea mea lui; ***my health is improving*** – sănătatea mea e tot mai bună; ***stocks have fallen*** – valoarea acţiunilor a scăzut; ***your message is received*** – mesajul tău a fost primit; ***when may I expect the goods?*** – când pot să aştept marfa?; ***will you exchange gold for eastern funds?*** – vrei să schimbi aur pentru eastern funds? (n.t.).

multă securitate, ei pot conveni dinainte să adauge ori să scadă un număr privat la alegerea lor sau diferite numere pentru cuvinte alternative. „Câteva substituţii convenţionale de acest gen", promitea el, „vor face întregul limbaj literă moartă pentru oricine nu este la curent cu aranjamentul convenit".[68]

Criptografii au avut o istorie misterioasă, secretele lor fiind păstrate în manuscrise clandestine, ca şi cele ale alchimiştilor. Acum, creatorii de coduri au ieşit la lumină, expuşi ca marfă comercială, inspirând imaginaţia populară. În deceniile următoare, multe alte scheme au fost născocite şi publicate. Erau de mărimi diferite, de la mici broşuri până la volume de sute de pagini, tipărite mărunt. La Londra a apărut lucrarea lui E. Erskine Scott, *Cod de trei litere pentru telegrafie condensată, pentru mesaje indescifrabile şi corespondenţă secretă*. Scott era actuar şi contabil şi, ca atât de mulţi alţii din afacerea cu coduri, un om evident mânat de o obsesie a datelor. Telegraful deschidea o lume de posibilităţi pentru astfel de oameni – creatori de cataloage şi clasificări, oameni de litere şi numerologi, combinatori de toate felurile. Capitolele lui Scott includeau nu numai un vocabular de cuvinte comune şi combinaţii de două cuvinte, ci şi denumiri geografice, nume de botez, numele tuturor acţiunilor cotate la bursa din Londra, toate zilele anului, toate regimentele din armata engleză, registre navale şi numele tuturor nobililor din regat. Organizarea şi numerotarea tuturor acestor date făceau posibilă, de asemenea, o formă de comprimare. Scurtarea mesajelor însemna o economie de bani. Clienţii au descoperit că simpla substituţie a cuvintelor cu numere era de mic ajutor sau de niciunul: costă la fel de mult să trimiţi „3747" ca şi „azotat". Astfel încât cărţile de coduri au devenit cărţi de fraze. Obiectul lor era un fel de împachetare a mesajelor în capsule, impenetrabile pentru ochi hoţeşti şi potrivite pentru o trans-

misie eficientă. Şi, desigur, la capătul destinatarului, pentru despachetare.

Un volum de mare succes din anii 1870 şi '80 a fost *A B C-ul Codului telegrafic electric de uz comercial universal*, conceput de către William Clauson-Thue. El făcea reclamă codului său pentru „financiari, comercianţi, armatori, brokeri, agenţi etc." Avea ca motto: „Simplitate şi economie palpabilă, secret absolut". Clauson-Thue, un alt obsedat de informaţii, a încercat să aranjeze întreaga limbă – sau cel puţin limbajul comercial – în fraze şi să organizeze frazele cu o parolă. Rezultatul este o realizare lexicografică bizară, o fereastră spre viaţa economică a unei naţiuni şi o comoară de nuanţe stranii şi lirism naiv. Pentru parola *panică* (căreia îi erau atribuite numerele 10054-10065), inventarul cuprinde:

O mare panică stăpânește în ————
Panica se potolește
Panica încă domnește
Cea mai rea parte a panicii a trecut
Panica poate fi considerată a se fi sfârșit

Pentru *ploaie* (11310-11330):

Nu pot lucra din cauza ploii
Ploaia a făcut mult bine
Ploaia a făcut multe daune
Ploaia toarnă acum cu găleata
Se așteaptă în continuare să plouă
Mare nevoie de ploaie
Plouă din când în când
Precipitații totale

Pentru *epavă* (15388-15403)

A ridicat ancora şi a ajuns o epavă
Cred că este cel mai bine să se vândă epava aşa cum e
Se va da toată silinţa pentru salvarea epavei
Trebuie să fie cu totul o epavă
Autorităţile vamale au vândut epava
Consulul a angajat oameni să salveze epava.[69]

Lumea fiind plină de lucruri pe lângă cuvinte, el s-a aventurat, totodată, să atribuie numere unui număr cât mai mare de nume proprii: nume de căi ferate, bănci, mine, mărfuri, nave, porturi şi acţiuni (britanice, coloniale şi străine).

Pe măsură ce reţelele telegrafice s-au răspândit pe sub oceane şi de-a curmezişul globului, iar tarifele internaţionale au ajuns la mulţi dolari pe cuvânt, cărţile de coduri au prosperat. Economia conta chiar mai mult decât secretul. Preţul transatlantic originar era în jur de o sută de dolari pentru un mesaj – un „cablu", după cum era numit metonimic – de zece cuvinte. Pentru nu cu mult mai puţin, mesajele puteau călători între Anglia şi India, prin Turcia sau prin Persia şi Rusia. Pentru reducerea tarifului, samsari isteţi au pus la punct o practică numită *packing* – „împachetare". Un packer urma să colecteze, să spunem, patru mesaje de câte cinci cuvinte fiecare şi să le expedieze într-o telegramă cu preţ fix de douăzeci de cuvinte. Cărţile de coduri au devenit mai mari sau mai mici. În 1885, W. H. Beer & Company din Covent Garden a publicat un popular *Cod telegrafic de buzunar*, la preţ de un penny, conţinând „peste 300 de telegrame de un cuvânt", îngrijit ordonate în funcţie de subiect. Subiecte esenţiale erau „Pariuri" („Până la ce sumă să te susţin la şansele actuale?"), „Cizmar" („Aceste ghete nu se potrivesc, faceţi o comandă directă"),

„Spălătoreasă" („Vino la spălat astăzi") şi „Vremea" – în legătură cu voiajele („E mult prea urât să traversezi astăzi"). Se mai furniza o pagină albă pentru „Cod secret. (Notaţi în convenţie cu prietenii)". Existau coduri specializate pentru căile ferate, iahturi şi meserii, de la farmacist până la ţesător de covoare. Cele mai grandioase şi scumpe cărţi de coduri se împrumutau pe gratis de la unii la alţii. „I s-a adus la cunoştinţă autorului că unele persoane au cumpărat un singur exemplar din *A B C-ul Codului telegrafic* pentru a le servi la compilarea codurilor proprii", se plângea Clauson-Thue. „Autorul notifică faptul că o astfel de operaţie este o încălcare a Legii dreptului de autor, pasibilă să devină o chestiune de procedură legală neplăcută."[70] Era o fanfaronadă. La răscrucea dintre secole, telegrafiştii din toată lumea, prin intermediul Conferinţei Telegrafice Internaţionale, întrunită la Berna şi Londra, sistematizaseră codurile de cuvinte în limbile engleză, olandeză, franceză, germană, italiană, latină, portugheză şi spaniolă. Cărţile de coduri au prosperat şi s-au răspândit în primele decenii ale secolului XX şi apoi au dispărut în obscuritate.

Cei care utilizau codurile telegrafice au descoperit, încetul cu încetul, un efect colateral neaşteptat al eficienţei şi scurtimii lor. Erau periculos de vulnerabile faţă de cele mai mici erori. Fiind lipsite de redundanţa naturală a prozei englezeşti – chiar şi de cea a precurtatei proze telegrafice –, aceste mesaje inteligent codificate puteau fi întrerupte de o greşeală a unui singur caracter. A unui singur punct, în această privinţă. De exemplu, pe 16 iunie 1887, un negustor de lână din Philadelphia, pe nume Frank Primrose, i-a telegrafiat agentului său din Kansas pentru a-i spune că tocmai *cumpărase* [bought] – prescurtat în codul convenit de ei prin *BAY* – 227 kg de lână. Când a sosit mesajul, parola a devenit *BUY* – cumpără. Agentul a început

să cumpere lână şi, până la urmă, eroarea l-a costat pe Primrose 20 000 de dolari, în urma procesului pe care l-a intentat companiei Western Union Telegraph. Bătălia legală s-a târâgânat vreme de şase ani, până când, în cele din urmă, Curtea Supremă a decis tipărirea clară pe reversul formularului telegrafic a unui text, ce stabilea o procedură de protecţie împotriva erorilor:

> Pentru a se evita greşelile sau întârzierile, expeditorul mesajului va trebui să solicite REPETAREA transmiterii lui: aceasta înseamnă să fie telegrafiat înapoi către oficiul de origine pentru comparaţie. . . . Compania menţionată nu va fi răspunzătoare de erori în cazul . . . oricărui mesaj NEREPETAT . şi, în niciun caz, pentru erorile din mesajele cifrate sau obscure.[71]

Compania de telegraf trebuia să tolereze cifrurile, dar nu să le şi agreeze. Curtea a decis în favoarea lui Primrose suma de 1,15 dolari, preţul expedierii telegramei.

Scrierea secretă era la fel de veche pe cât scrierea însăşi. La începuturile sale, scrierea era în sine secretă, cu excepţia câtorva. Pe măsură ce misterul a fost dezvăluit, oamenii au găsit noi modalităţi de a-şi păstra cuvintele rezervate şi enigmatice. Au rearanjat cuvintele în anagrame. Au inversat scrisul în oglindă. Au inventat cifruri.

În 1641, chiar la începutul Războiului Civil din Anglia, o cărticică anonimă cataloga numeroasele metode cunoscute în ceea ce ea numea „criptografie".[72] Acestea includeau hârtie şi cerneală specială; suc de lămâie sau de ceapă, ou crud sau „suc distilat de licurici", care puteau să fie sau nu vizibile pe întuneric. Alternativ, scrisul putea fi făcut să devină obscur prin

substituirea unor litere cu altele, prin inventarea de noi simboluri, scriind de la dreapta la stânga sau „transpoziția fiecărei litere, într-o ordine neobișnuită, cum ar fi, să presupunem, că prima literă ar trebui să fie situată la ultimul capăt de rând, a doua la început sau ceva asemănător". Sau un mesaj putea fi scris în cruciș, pe două rânduri:

T e o l i r a e l m s f m s e s p l u o w e u t e l
h s u d e s r a l o t a i h d, u p y s r e m s y i d

The Souldiers are allmost famished, supply us or wee must yeild.
Soldații sunt aproape morți de foame, trimiteți provizii sau trebuie să ne predăm.

Prin transpoziția și substituirea literelor, romanii și evreii au elaborat alte metode, mai complicate și, prin aceasta, și mai obscure.

Această cărticică se intitula *Mercur: sau Mesagerul secret și iute. Arătând cum un om poate să-și comunice în taină și rapid gândurile unui prieten la orice distanță.* În cele din urmă, autorul s-a dovedit a fi John Wilkins, vicar și matematician, ulterior master la Trinity College și fondator al Societății Regale. „Era un bărbat foarte inventiv și avea un cap foarte mecanic", a spus un contemporan. „Unul cu multă și adâncă gândire, . . . lubric, zdravăn crescut, bine făcut, cu umeri largi."[73] Era totodată și minuțios. Dacă nu putea să menționeze fiecare cifru încercat din timpuri străvechi, cu toate acestea el a inclus tot ceea ce putea fi cunoscut unui cărturar din Anglia secolului al XVII-lea. El a prezentat scrierea secretă atât ca pe un manual, cât și ca pe un compendiu.

Pentru Wilkins problemele de criptografie erau apropiate de problema fundamentală a comunicării. El considera scrierea și scrierea secretă ca fiind, în esență, identice. Lăsând la o

parte secretivitatea, el a formulat problema astfel: „Cum poate un om să-şi prezinte intenţiile cu cea mai mare iuţeală şi viteză / sic / unuia care se află la mare distanţă de el".[74] Prin *iuţeală şi viteză* el înţelegea, în 1641, ceva de natură filosofică: naşterea lui Isaac Newton avea să vină abia peste un an. „Nimic nu este (spunem noi) atât de iute ca gândul", nota el. După gând, cea mai rapidă acţiune părea să fie vederea. În calitate de cleric, el făcea observaţia că cea mai iute mişcare dintre toate trebuie să aparţină îngerilor şi spiritelor. Doar dacă ar putea să trimită un înger pentru un comision, un om ar putea să facă afaceri la orice distanţă. Restul dintre noi, înţepeniţi în corpuri organice, „nu-şi pot comunica gândurile atât de uşor şi atât de iute". Nu-i de mirare, a scris Wilkins, că îngerii sunt numiţi mesageri.

Ca matematician, el a privit problema dintr-un alt unghi. S-a apucat să determine cum un set limitat de simboluri – poate numai două, trei sau cinci – ar putea fi făcut să redea un alfabet întreg. Ele trebuie folosite în combinaţie. De exemplu, un set de cinci simboluri – a, b, c, d, e – folosite în perechi ar putea să înlocuiască un alfabet de douăzeci şi cinci de litere:

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*	*Q*	*R*	*S*	*T*	*V*	*W*	*X*	*Y*	*Z*	*&*
aa	*ab*	*ac*	*ad*	*ae*	*ba*	*bb*	*bc*	*bd*	*be*	*ca*	*cb*	*cc*	*cd*	*ce*	*da*	*db*	*dc*	*dd*	*de*	*ea*	*eb*	*ec*	*ed*	*ee*

„Potrivit acestora", a scris Wilkins, „cuvintele *I am betrayed* – «sunt trădat» pot fi descrise astfel: *Bd aacb abaedddbaaecaead*". Aşadar, chiar un mic set de simboluri poate fi aranjat să exprime complet orice mesaj. Cu toate acestea, cu un set redus de simboluri, un mesaj dat solicită un şir mai lung de caractere – „mai multă muncă şi timp", a scris el. Wilkins nu a explicat că 25 = 52, nici că trei simboluri luate în terţete (aaa, aab, aac, . . .) produc douăzeci şi şapte de posibilităţi, deoarece

33 = 27. Dar evident că înțelegea matematica subiacentă. Ultimul său exemplu era un cod binar, deși foarte incomod pentru exprimarea cuvintelor:

> Două litere din alafabet fiind transpuse în cinci poziții diferite, vor da treizeci și două de diferențe și astfel vor sluji peste poate cele douăzeci și patru de litere; la care pot fi astfel aplicate.

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*
aaaaa	*aaaab*	*aaaba*	*aaabb*	*aabaa*	*aabab*	*aabba*
H	*I*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*
aabbb	*abaaa*	*abaab*	*ababa*	*ababb*	*abbaa*	*abbab*
P	*Q*	*R*	*S*	*T*	*V*	*W*
abbba	*abbbb*	*baaaa*	*baaab*	*baaba*	*baabb*	*babaa*
X	*Y*	*Z*				
babab	*babba*	*babbb*				

Două simboluri. În grupuri de câte cinci. „Produc treizeci și două de diferențe."

Acel cuvânt, *diferențe*, trebuie să-i fi șocat pe cititorii lui Wilkins (cât de puțini vor fi fost) ca o alegere bizară. Dar era deliberată și plină de sens. Wilkins căuta o concepție despre informație de forma cea mai pură, cea mai generală. Scrierea era numai un caz special: „Căci în general trebuie să notăm că *orice este capabil de o diferență limpede, perceptibilă oricărui simț, poate fi un mijloc suficient prin care să se exprime cugetările*".[75] O diferență ar putea fi „două clopote de diferite note"; sau „orice obiect al vederii, fie flacără, fum etc."; sau trompete, tunuri sau tobe. Orice diferență însemna alegere binară. Orice alegere binară începea să exprime cugetări. Aici, în acest tratat anonim și tăinuit din 1641, ideea esențială a teoriei informației a străpuns suprafața gândirii omenești, și-a văzut umbra și a dispărut din nou pentru încă patru sute de ani.

Contribuția diletanților este ceea ce istoricul criptografiei David Kahn numește era febrilă declanșată de apariția telegrafului.[76] Un nou interes public față de cifruri s-a născut tocmai atunci când subiectul înflorea în anumite cercuri intelectuale. Metodele antice de scriere secretă atrăgeau o categorie bizară de oameni, enigmiști și jucători, cu înclinații matematice sau poetice. Ei analizau vechile metode de scriere secretă și au inventat unele noi. Teoreticienii dezbăteau cine va avea câștig de cauză, cel mai bun autor de coduri sau cel mai bun spărgător de coduri. Marele popularizator american al criptografiei a fost Edgar Allan Poe. În povestirile sale fantastice și în eseurile din reviste, el a familiarizat publicul cu vechea artă și s-a lăudat cu propria îndemânare ca practicant al ei. „Cu greu ne putem imagina o vreme în care să nu fi existat o necesitate sau, cel puțin, o dorință", a scris el în *Graham's Magazine* din 1841, „de a transmite informații de la un individ la altul, în așa fel încât să scape înțelegerii generale".[77] Pentru Poe, crearea de coduri era mai mult decât un entuziasm istoric sau tehnic; era o obsesie. Ea reflecta sensul pe care îl dădea el modului nostru de a comunica noi înșine cu lumea. Creatorii de coduri și scriitorii fac trafic cu aceleași bunuri. „Sufletul este un cifru, în sensul unui criptograf; și cu cât criptograful este mai slab, cu atât înțelegerea este mai dificilă"[78], a scris el. Secretivitatea era în natura lui Poe; el prefera misterul transparenței.

„Intercomunicarea secretă trebuie să fi existat aproape în același timp cu inventarea literelor", declara el. Aceasta era pentru Poe o punte între știință și ocultism, între mintea rațională și savant. Analiza criptografiei – „o treabă serioasă, ca mijloc de împărtășire a informației" – necesita o formă specială de forță mentală, o minte pătrunzătoare și ar putea fi foarte bine predată în academii. A spus iar și iar că „intră în joc o

acțiune mentală aparte". A publicat spre a-și provoca cititorii o serie de cifre bazate pe substituție.[79]

În același timp cu Poe, Jules Verne și Honoré de Balzac au introdus, de asemenea, cifruri în operele lor de ficțiune. În 1868, Lewis Carroll avea un carton tipărit pe ambele fețe cu ceea ce el numea „cifrul telegrafic", care utiliza un „alfabet-cheie" și un „alfabet-mesaj", de transpoziționat în concordanță cu un cuvânt secret convenit de către corespondenți și păstrat în memoria lor.[80] Dar cel mai avansat criptoanalist din Anglia victoriană a fost Charles Babbage. Procesul de substituție a simbolurilor, de traversare a nivelurilor de semnificație, stă aproape de miezul atât de multor probleme. Și el era încântat de provocare. „Una dintre cele mai singulare caracteristici ale artei descifrării", afirma el, „este convingerea fermă a fiecărei persoane, chiar moderat la curent cu ea, că este în stare să construiască un cifru pe care nimeni altcineva nu poate să-l descifreze. Am mai observat, de asemenea, că cu cât persoana este mai inteligentă, cu atât această convingere este mai puternică".[81] Avea și el aceeași convingere despre sine, dar ulterior a trecut de partea spărgătorilor de coduri. Avea în plan o lucrare de autoritate cu titlul de *Filosofia descifrării*, dar nu a reușit să o sfârșească. A rezolvat, printre altele, un cifru polialfabetic, cunoscut drept Vigenère, *le chiffre indéchiffrable*, socotit a fi cel mai sigur din Europa.[82] Ca și în alte lucrări ale sale, a aplicat metode algebrice, exprimând criptoanaliza în formă de ecuații. Chiar și așa, a rămas un diletant și a știut acest lucru.

Atunci când Babbage a atacat criptografia prin calcul, el utiliza aceleași instrumente pe care le explorase mai convențional pe terenul lor, matematica, și mai puțin convențional în domeniul mecanismelor, unde a creat un simbolism pentru părțile mobile ale angrenajelor, pârghiilor și comutatoarelor.

Dionysius Lardner spusese despre notația mecanică: „Odată ce diferitele componente ale mașinăriei au fost exprimate pe hârtie prin simboluri adecvate, examinatorul elimină cu totul din gândurile sale mecanismul însuși și urmărește numai simbolurile . . . un sistem aproape metafizic de semne abstracte, prin care mișcarea mâinii îndeplinește funcția gândirii".[83] Doi englezi mai tineri, Augustus De Morgan și George Boole, au pus aceeași metodologie să lucreze pe un material și mai abstract: propozițiile logicii. De Morgan era prietenul lui Babbage și tutorele Adei Byron, precum și profesor la University College din Londra. Boole era fiul unui cizmar din Lincolshire și al unei menajere dintr-o casă nobiliară și a devenit, în anii 1840, profesor la Queen's College din Cork. În 1847, au publicat separat și simultan cărți care au devenit cele mai importante pietre de hotar în dezvoltarea logicii de după Aristotel: *Analiza matematică a logicii, fiind o încercare de calcul al raționamentului deductiv*, de Boole, și *Logica formală: sau Calculul inferenței, necesare și probabile*, a lui De Morgan. Fiind atât de ezoteric, subiectul stagnase vreme de secole.

De Morgan știa mai multe despre tradițiile scolastice ale subiectului, dar Boole era un matematician mai original și mai liber în gândire. Prin poștă, ani de zile, ei au schimbat idei despre convertirea limbajului sau adevărului în simboluri algebrice. *X* putea să însemne „vacă" și *Y*, „cal". Aceea poate fi o vacă sau un membru al clasei tuturor vacilor. (Totuna?) În manieră algebrică, simbolurile trebuiau manipulate. *XY* putea fi „numele a orice este *atât X, cât și Y*", în vreme ce *X,Y* însemna „numele a orice este ori *X*, ori *Y*".[84] Destul de simplu – dar limbajul nu este simplu și complicațiile se stivuiau una peste alta. „Acum unii *Z* nu sunt *X*, anume *ZY*", a scris De Morgan undeva. „Dar ei sunt *nonexistenți*. Poți spune că *nonexistenții*

nu sunt X. Un cal nonexistent nu e nici măcar un cal; şi (*a fortiori*) nu o vacă."[85]

A mai adăugat şăgalnic: „Nu-mi pierd speranţa de a te vedea că dai semnificaţie acestui nou gen de cantitate negativă". Nu a pus scrisoarea la poştă şi nici nu a aruncat-o.

Boole şi-a gândit sistemul ca pe o matematică fără numere. „Este un simplu fapt", a scris el, „că legile ultime ale logicii – singurele pe care se poate construi o ştiinţă a logicii – sunt matematice în forma şi expresia lor, deşi nu aparţin matematicii cantitative".[86] Singurele numere permise, a propus el, erau zero şi unu. Era totul sau nimic: „Interpretarea respectivă a simbolurilor 0 şi 1 în sistemul logicii sunt *nimic* şi *univers*".[87] Până în acel moment, logica aparţinuse filosofiei. Boole solicita să o ia în posesie în numele matematicii. Făcând acest lucru, a conceput o nouă formă de codificare. Cartea lui de coduri împerechea două tipuri de simbolism, fiecare departe abstractizat faţă de lumea lucrurilor. Pe de o parte, era un set de caractere luate din formalismul matematicii: *p* şi *q*, + şi –, acolade şi paranteze. Pe de altă parte, erau operaţii, propoziţii, relaţii în mod obişnuit exprimate în vorbirea neclară şi schimbătoare a vieţii de toate zilele: cuvinte despre adevăr şi falsitate, apartenenţă la clase, premise şi concluzii. Erau „particule": *dacă, sau, sau.* Acestea erau elementele crezului lui Boole:

> Că limbajul este un instrument al raţiunii omeneşti şi nu doar un mediu pentru exprimarea gândirii.
>
> Elementele din care este alcătuit întregul limbaj sunt semne sau simboluri.
>
> Cuvintele sunt semne. Uneori se spune că ele reprezintă lucruri; uneori operaţiile prin care mintea combină laolaltă noţiunile simple ale lucrurilor în concepţii complexe.

> Cuvintele . . . nu sunt singurele semne pe care suntem capabili să le utilizăm. Notații arbitrare, care vorbesc numai ochiului și sunete sau acțiuni arbitrare, . . . sunt în egală măsură de natura semnelor.[88]

Codificarea, conversiunea de la o modalitate la alta serveau unui scop. În cazul codului Morse, scopul era să se treacă limba vieții cotidiene într-o formă adecvată pentru transmiterea aproape instantanee de-a lungul unor mile de sârme de cupru. În cazul logicii simbolice, noua formă era adecvată pentru manipulare prin calcul. Simbolurile erau ca niște mici capsule, protejând delicata lor încărcătură de vântul și ceața comunicării de toate zilele. Cât de mult mai sigur este să scrii:

$$1 - x = y(1 - z) + z(1 - y) + (1 - y)(1 - z)$$

față de propoziția din limba reală pentru care, într-un exemplu tipic boolean, stătea această formulă:

> *Animalele spurcate sunt toate acelea cu copita despicată care nu rumegă, toate cele care rumegă dar nu au copita despicată și toate cele care nici nu au copita despicată, nici nu rumegă.*[89]

Nu în mică măsură, siguranța venea din golirea de sens a cuvintelor. Semnele și simbolurile nu erau doar niște înlocuitori; erau operatori, precum angrenajele și pârghiile dintr-o mașină. Limbajul este, la urma urmei, un instrument.

Acum era văzut clar ca un instrument cu două funcții separate: exprimare și gândire. Gândirea era prima sau așa credea lumea. Pentru Boole, logica *era* gândire – finisată și purificată. El a ales *Legile gândirii* drept titlu al capodoperei sale din 1854. Nu prin coincidență, telegrafiștii au simțit, de asemenea, că ei furnizau înțelegerea trimiterii de mesaje în interiorul creieru-

lui. „Un cuvânt este un instrument pentru gândire, înainte ca gânditorul să-l utilizeze drept semnal pentru comunicarea gândului său", afirma un eseist în *Harper's New Monthly Magazine* din 1873.

> Poate că cea mai extinsă şi importantă influenţă pe care telegraful este destinat să o exercite asupra minţii omeneşti este aceea pe care, în ultimă instanţă, o va avea asupra limbajului. . . . Conform principiului pe care Darwin îl descrie drept selecţie naturală, cuvintele scurte câştigă avantaje faţă de cuvintele lungi, formele directe de exprimare câştigă avantaje faţă de cele indirecte, cuvintele cu sens precis iau avantaj faţă de cele ambigue, iar idiomurile locale sunt pretutindeni în dezavantaj.[90]

Influenţa lui Boole a fost subtilă şi lentă. A corespondat numai sporadic cu Babbage; nu s-au cunoscut. Unul dintre adepţii lui a fost Lewis Carroll, care, chiar spre sfârşitul vieţii, un sfert de secol după *Alice în Ţara Minunilor*, a scris două volume de instrucţiuni, enigme, diagrame şi exerciţii de logică simbolică. Deşi simbolismul lui era impecabil, silogismele sale alunecau în bizarerie:

(1) Bebeluşii sunt ilogici;
(2) Nimeni care poate îmblânzi un crocodil nu este dispreţuit;
(3) Persoanele ilogice sunt dispreţuite.
(Concluzie) Bebeluşii nu pot îmblânzi crocodili.[91]

Versiunea simbolică – $b_1d_0 \dagger ac_0 \dagger d'_1c'_0$; $b\underline{d} \dagger \underline{d}'c' \dagger a\underline{c} \P ba_0 \dagger b_1$, i. e. $\P b_1a_0$ –, golită fiind în mod adecvat de sens, permite utilizatorului să obţină concluzia dorită fără să se împiedice de bizara propoziţie intermediată de-a lungul şirului de premise, conform căreia „bebeluşii sunt dispreţuiţi".

La începutul secolului următor, Bertrand Russell i-a făcut lui George Boole un compliment extraordinar: „Matematica pură a fost descoperită de către Boole, într-o lucrare pe care el a numit-o *Legile gândirii*".[92] A fost citat adeseori. Ceea ce face complimentul să fie unul extraordinar este rar citata depreciere care urmează:

> El s-a înşelat presupunând că se ocupa de legile gândirii: problema privind modul în care oamenii gândesc efectiv era cu totul irelevantă pentru el, iar dacă lucrarea lui conţinea realmente legile gândirii, e de mirare că nimeni nu ar fi gândit în aşa fel înainte.

Aproape s-ar putea crede că Russell gusta paradoxurile.

6 | FIRE NOI, LOGICĂ NOUĂ

(NICIUN ALT LUCRU NU E MAI ÎNFĂȘURAT ÎN NECUNOSCUT)

Perfecta simetrie a întregului montaj – firul la mijloc, cele două telefoane la capetele firului și cele două bârfe de la capetele telefoanelor – poate fi extrem de fascinantă pentru un simplu matematician.[1]

– James Clerk Maxwell (1878)

Unui copil curios dintr-un oraș de provincie din anii 1920, trimiterea de mesaje pe fir îi putea stârni în mod firesc interesul, așa cum s-a întâmplat cu Claude Shannon din Gaylord, Michigan. Vedea fire în fiecare zi, împrejmuind islazurile – șuvițe duble din oțel, răsucite și cu ghimpi, întinse din stâlp în stâlp. A șterpelit ce a putut și a meșterit propriul său telegraf de sârmă ghimpată, bătând mesaje către un alt băiat la jumătate de milă depărtare. Folosea codul conceput de către Samuel F. B. Morse. I se potrivea. Îi plăcea însăși ideea de coduri – nu numai coduri secrete, ci coduri într-un sens mai general, cuvinte sau simboluri ce desemnau alte cuvinte sau simboluri. Avea un spirit inventiv și jucăuș. Copilul a rămas în bărbatul de mai târziu. Toată viața, a jucat jocuri și a inventat jocuri. Era un născocitor de mici dispozitive – un *gadgeteer*. La maturitate, Shannon a făcut jonglerii și a elaborat teorii despre jonglerie. Atunci când cercetătorii de la Massachusetts Institute of Technology sau de la Bell Laboratories trebuiau să se dea la o parte pentru a face loc unui ins pe monociclu, acela era Shannon. A avut din plin parte de o fire jucăușă și, în copilărie, nu i-a lipsit nicio mare porție de singurătate, ceea ce, în asociere cu inventivitatea lui de bricoler, a contribuit la motivația telegrafului său de sârmă ghimpată.

Gaylord nu depăşea cu mult câteva străzi şi magazine, ce întrerupeau larga fâşie de terenuri cultivate din nordul peninsulei Michigan.[2] Aici şi înainte peste câmpii şi preerii, spre Rocky Mountains, sârmele ghimpate s-au răspândit ca viţa de vie, făcând averi industriale, deşi nu era o tehnologie deosebit de fascinantă în febrilitatea a ceea ce se numea deja Era Electricităţii. Începând din 1874, când un fermier din Illinois a primit patentul U. S. nr. 157124 pentru „o nouă şi valoroasă îmbunătăţire a gardurilor de sârmă", bătăliile pentru proprietate s-au dezlănţuit cu furie, ajungând, în ultimă instanţă, până la Curtea Supremă, în vreme ce sârma definea teritoriul şi închidea câmpul deschis. În momentul de vârf, fermierii, crescătorii de vite şi căile ferate din America au întins peste un milion de mile de sârmă ghimpată anual. La nivel colectiv, gardurile de sârmă ale naţiunii nu formau o ţesătură sau o reţea, ci doar o încrengătură de zăbrele. Scopul lor era să separe, nu să conecteze. Pentru electricitate, era un prost conducător chiar şi pe vreme uscată. Dar sârma era sârmă şi Claude Shannon nu era primul care să vadă în această încrengătură zăbrelită de largă răspândire o potenţială reţea de comunicaţie. Mii de fermieri din locuri îndepărtate au avut aceeaşi idee. Nedorind să aştepte până când companiile de telefonie aveau să se aventureze în afara oraşelor, populaţia rurală a format cooperative de telefonie prin sârma ghimpată. Ei au înlocuit scoabele metalice cu cleme izolate. Au ataşat baterii uscate şi pâlnii de captat vocea şi au adăugat sârma de prisos pentru a umple golurile. În vara lui 1895, *The New York Times* relata: „Nu încape niciun dubiu că acum se dau telefonului o mulţime de utilizări rudimentare. De exemplu, un număr de fermieri din Dakota de Sud şi-au creat singuri un sistem de telefonie însumând opt mile de sârmă, procurându-şi singuri transmiţătoare şi făcând conexiuni cu sârma ghimpată din care sunt făcute

gardurile în acea parte a ţării". Reporterul făcea următoarea observaţie: „Câştigă teren ideea că ziua telefoanelor ieftine pentru milioane de oameni este la îndemână. Dacă această impresie are o bază solidă este o întrebare deschisă".[3] Era clar că oamenii doreau să se conecteze. Văcari care dispreţuiau gardurile din cauza parcelării câmpurilor deschise îşi agăţau pâlniile lor vorbitoare ca să afle cotaţiile pieţei, buletinul meteorologic sau numai pentru ca să audă, pârâind de-a lungul firelor, simulacrul atenuat al vocii omeneşti, o distracţie în sine.

Trei mari valuri de comunicare electrică s-au ridicat în serie: telegrafia, telefonia şi radiofonia. Oamenii au început să simtă că era firesc să posede maşini dedicate trimiterii şi primirii de mesaje. Aceste aparate au schimbat topologia – au rupt ţesătura socială şi au reconectat-o, au adăugat porţi şi legături acolo unde nu fuseseră decât spaţii goale. Deja la începutul secolului XX lumea era îngrijorată de posibile efecte neaşteptate asupra comportamentului social. Superintendentul liniei din Wisconsin era iritat de tineri, bărbaţi şi femei, „constant înroşind firul" între Eau Claire şi Chippewa Falls. „Această folosinţă liberă a liniei cu scopul de a flirta a crescut într-o măsură alarmantă", a scris el, „şi dacă e să continue, cineva trebuie să plătească pentru acest lucru". Companiile Bell au încercat să descurajeze telefonia frivolă, îndeosebi cea a femeilor şi servitorilor. Un spirit mai liber s-a impus în cooperativele de fermieri, care au evitat să plătească pentru servicii telefonice mare parte din anii 1920. Montana East Line Telephone Association – cu opt membri – trimitea în reţeaua sa buletine de ştiri „la minut", pentru că bărbaţii posedau, de asemenea, şi un radio. La rândul lor, copiii doreau să joace şi ei acest joc.[4]

Lui Claude Elwood Shannon, născut în 1916, i s-a dat întregul nume al tatălui său, un om de afaceri ridicat prin forţe

proprii – în producția de mobilă, pompe funebre și imobiliare – și judecător succesoral, deja bine înaintat în vârsta mijlocie. Bunicul lui Shannon, fermier, inventase o mașină de spălat haine: un tub impermeabil, un braț de lemn și un plonjor. Mama lui Claude, Mabel Catherine Wolf, fiica unor imigranți germani, lucra ca profesoară de filologie și, pentru o vreme, a fost directoare de liceu. Sora lui mai mare, Catherine Wolf Shannon (părinții au împărțit numele cu parcinomie), a studiat matematica și îl distra mereu pe Claude cu jocuri de puzzle. Locuiau pe Center Street, la câteva străzi nord de Main Street. Orașul Gaylord abia se putea lăuda cu trei mii de suflete, dar era destul pentru a susține o orchestră cu uniforme teutone și instrumente sclipitoare și, pe când era la școala primară, Claude cânta la corn alto în Mi-bemol, mai mare decât pieptul lui. Avea jocuri de construcții și cărți. A făcut aeromodele și a câștigat bani distribuind telegrame pentru oficiul local al Western Union. A rezolvat criptograme. Lăsat de capul lui, a citit și recitit cărți; o povestire pe care o îndrăgea era *Cărăbușul de Aur* de Edgar Allan Poe. Situată pe o îndepărtată insulă sudică, acțiunea îl prezintă pe un straniu William Legrand, un bărbat cu un „creier excitabil" și „neobișnuite puteri ale minții", dar supus unor „perverse dispoziții de entuziasm alternând cu melancolia" – cu alte cuvinte, o versiune a creatorului său.[5] Astfel de protagoniști ingenioși aveau căutare în acele vremuri și, ca atare, erau invocați de către Poe și alți scriitori prevăzători, precum Arthur Conan Doyle și H.G. Wells. Eroul din *Cărăbușul de Aur* găsește o comoară îngropată descifrând o criptogramă scrisă pe pergament. Poe scrie șirul de numere și simboluri („trasate grosolan, cu cerneală roșie, între capul de mort și capră") – 53‡‡†305))6* ;4826)4‡) ;806* ;48†8¶60))85;1‡(;:‡*8†83(88) 5*‡ ;46(;88*96*?;8) *‡(;485) ;5*†2:*‡(;4956*2(5*– 4)8§8* ;4069285) ;)6†8)4‡‡;1 (‡9;48081 ;8:8‡1 ;4

8†85;4)485†528806*81(‡9:48;(88;4 (‡?34;48)4‡;161;:188; ‡?; – şi îl poartă pe cititor prin fiecare întorsătură a construcţiei şi deconstrucţiei sale. „Împrejurările şi o oarecare înclinaţie a minţii m-au făcut să capăt interes pentru astfel de ghicitori"[6], proclamă sumbrul său erou, dând fiori unui cititor care ar putea să aibă aceeaşi înclinaţie a minţii. Soluţia conduce la aur, într-adevăr. Dramatismul se află în cod: mister şi transmutaţie.

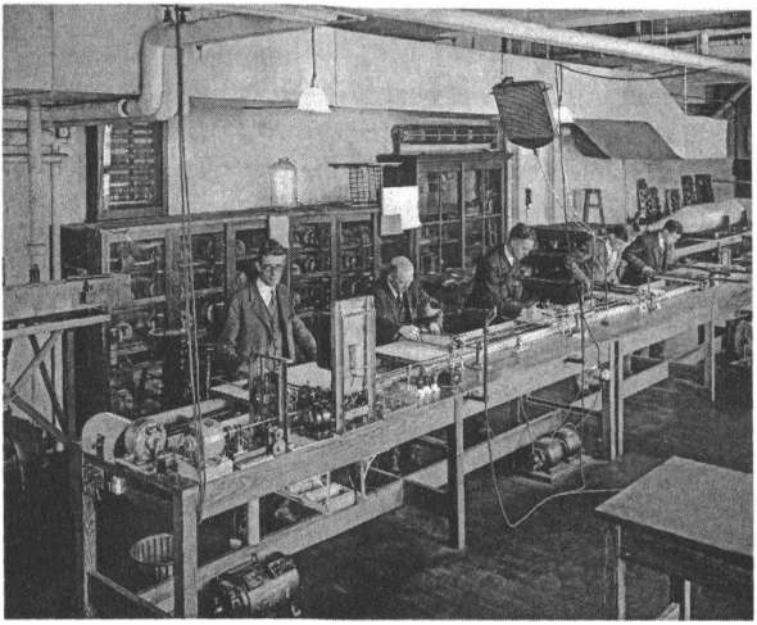
Claude a terminat liceul din Gaylord în trei ani în loc de patru şi, în 1932, a continuat la Universitatea din Michigan, unde a studiat inginerie electrică şi matematică. Chiar înainte de absolvire, în 1936, a văzut pe un panou de afişaj o carte poştală ce făcea reclamă pentru un post de absolvent de facultate la Massachusetts Institute of Technology. Vannevar Bush, pe atunci decan la inginerie, căuta un cercetător asistent care să manevreze o nouă maşină cu un nume ciudat: Analizator Diferenţial. Acesta era o platformă de fier, cântărind 100 de tone de axe rotitoare şi angrenaje. În ziare fusese numit „creier mecanic" sau „maşină gânditoare"; un titlu tipic declara:

„Maşina gânditoare" face matematici superioare;
Rezolvă ecuaţii la care oamenii lucrează luni de zile.[7]

Maşina Diferenţială şi Maşina Analitică ale lui Charles Babbage se desluşeau ca nişte spectre ancestrale, dar în pofida asemănărilor de nume şi a similarităţii scopului, Analizatorul Diferenţial nu-i datora practic nimic lui Babbage. Bush abia dacă auzise despre el. Ca şi Babbage, Bush ura munca adormitoare şi risipitoare de timp a purelor operaţii de calcul. „Un matematician nu este un om care poate să manipuleze cu uşurinţă cifrele; adeseori nu poate", a scris Bush. „El este în primul rând un individ priceput să utilizeze logica simbolică pe un plan superior şi, mai ales, este un om de judecată intuitivă."[8]

În anii de după Primul Război Mondial, MIT era unul dintre cele trei puncte focale ale națiunii în care înmugurea știința practică a ingineriei electrice, alături de Bell Telephone Laboratories și General Electric. Era, de asemenea, un loc cu o nevoie lacomă de rezolvare de ecuații – în special ecuații diferențiale și mai ales ecuații diferențiale de ordinul al doilea. Ecuațiile diferențiale exprimă rate de schimbare, ca în cazul proiectilelor balistice sau al curenților electrici oscilanți. Ecuațiile diferențiale de ordinul al doilea se referă la rate de schimbare a ratelor de schimbare: de la poziție la viteză și apoi la accelerație. Sunt greu de rezolvat analitic și apar pretutindeni. Bush și-a proiectat mașina să se ocupe de această întreagă clasă de probleme și, astfel, de toată varietatea sistemelor fizice care le-au generat. Ca și mașina lui Babbage, era în esență mecanică, deși utiliza motoare electrice pentru a pune în mișcare masivul aparat și, pe măsură ce a evoluat, din ce în ce mai multe comutatoare electromecanice pentru a-l comanda.

Spre deosebire de mașina lui Babbage, nu manipula numere. Transforma cantitățile – generând curbe, după cum îi plăcea lui Bush să spună, pentru a reprezenta viitorul unui sistem dinamic. Noi am spune astăzi că era mai degrabă analogic decât digital. Roțile și discurile sale erau aranjate să producă un analog fizic al ecuațiilor diferențiale. Într-un fel, era un descendent monstruos al planimetrului, o mică invenție în materie de măsurare, ce traducea integrarea curbelor în mișcarea unei roți. Profesorii și studenții veneau la Analizatorul Diferențial în calitate de solicitanți, iar când putea să le rezolve ecuațiile cu acuratețe de 2 la sută, operatorul, Claude Shannon, era fericit. În orice caz, era total captivat de acest „computer" și nu numai de scârțâitoarea, enervanta și enorma parte analogică, ci și de aproape tăcutele comenzi electrice (lasând la o parte întâmplătoarele țăcănituri și pocnituri).[9]



Analizatorul Diferențial al lui Vannevar Bush de la MIT

Acestea erau de două feluri: comutatoare obișnuite și comutatoare speciale numite relee – progenitura telegrafului. Releul era un comutator electric comandat de electricitate (o idee de circularitate sau luping). Pentru telegraf, problema era parcurgerea unor distanțe lungi făcând un lanț de circuite. Pentru Shannon, problema nu era distanța, ci comanda. O sută de relee, complicat interconectate, închizând și deschizând circuite într-o anumită succesiune, coordonau Analizatorul Diferențial. Cei mai buni experți în materie de circuite complexe de relee erau inginerii de telefonie; releele dirijau rutele apelurilor telefonice, ca și mecanismele de pe liniile de asamblare din uzine. Circuitele de relee erau proiectate pentru fiecare caz particular. Nimeni nu se gândise să studieze ideea în

mod sistematic, dar Shannon căuta o temă pentru teza lui de masterat și a văzut o posibilitate. În ultimul său an la colegiu urmase un curs de logică simbolică și, când a încercat să facă o listă ordonată a aranjamentelor posibile de circuite comutate, a avut un sentiment subit de déjà-vu. Într-un mod foarte abstract, aceste probleme se aliniau. Notația artificială specifică logicii simbolice, „algebra" Boole, putea fi utilizată pentru descrierea circuitelor.

Aceasta era o conexiune greu de făcut. Lumile electricității și ale logicii păreau incongruente. Dar, și-a dat seama Shannon, ceea ce un releu trece mai departe de la un circuit la următorul nu este cu adevărat electricitate, ci mai curând un fapt: dacă circuitul este deschis sau închis. Dacă un circuit este deschis, atunci un releu poate determina circuitul următor să se deschidă. Dar aranjamentul invers este, de asemenea, posibil – aranjamentul negativ: atunci când un circuit se deschide, un releu poate determina circuitul următor să se închidă. Era incomod să se descrie posibilitățile în cuvinte; era mai simplu să fie reduse la niște simboluri, iar pentru un matematician, era firesc să manipuleze simbolurile în ecuații. (Charles Babbage făcuse niște pași în aceeași direcție cu a sa notație mecanică, deși Shannon nu știa nimic despre aceasta.)

„Se elaborează un calcul pentru manipularea acestor ecuații prin simple procese matematice" – cu acest sunet de trâmbiță, Shannon și-a început teza din 1937. Până în acel moment, ecuațiile reprezentau numai combinații de circuite. Apoi, „se arată cum calculul este pe deplin analog cu calculul propozițiilor utilizat în studiul simbolic al logicii". Ca și Boole, Shannon a arătat că avea nevoie de numai două numere pentru ecuațiile sale: zero și unu. Zero reprezenta un circuit închis; unu reprezenta un circuit deschis. Deschis sau închis. Adevărat sau fals. Shannon a urmărit consecințele. A început cu cazuri simple:

două circuite comutate, în serie sau în paralel. Circuitele în serie, nota el, corespund conectorului logic şi; pe când circuitele în paralel au efectul lui *sau*. O operaţie logică ce putea fi efectuată electric era negaţia, convertind o valoare în opusul ei. Ca şi în logică, el a văzut că dispunerea circuitelor putea să facă alegeri de tipul „dacă . . . atunci". Înainte de final, el analizase sisteme de circuite în „stea" şi în „reţea", de sporită complexitate, enunţând postulate şi teoreme pentru efectuarea unor sisteme de ecuaţii simultane. Şi-a urmat acest eşafodaj de abstracţiuni cu exemple practice – invenţii pe hârtie, unele practice şi altele de-a dreptul trăznite. A schiţat proiectul unui lacăt electric cu parolă, de format cu cinci butoane comutatoare. A prezentat un circuit care „să adune automat două numere, utilizând numai relee şi comutatoare"; pentru comoditate, el a sugerat o aritmetică în baza 2. „Este posibilă efectuarea de operaţii matematice complexe prin intermediul circuitelor cu relee", a scris el. „De fapt, orice operaţie care poate fi descrisă complet într-un număr finit de paşi, folosind cuvintele *dacă*, *sau*, *şi* etc., poate fi efectuată automat cu relee."[10] Ca temă pentru un student la inginerie electrică era ceva nemaiauzit: o teză tipică avea legătură cu perfecţionarea motoarelor electrice sau a liniilor de transmisie. Nu exista nicio cerinţă practică pentru o maşină care ar putea să rezolve probleme de logică, dar ea indica viitorul. Circuite logice. Aritmetică binară. Aici, într-o teză de masterat a unui cercetător asistent, se găsea esenţa revoluţiei informatice care avea să urmeze.

Shannon a petrecut o vară lucrând la Bell Telephone Laboratories din New York City şi apoi, la sugestia lui Vannevar Bush, a schimbat ingineria electrică cu matematica la MIT. Bush i-a mai sugerat să verifice posibilitatea de apli-

care a unei algebre simbolice – „algebra lui bizară"[11] – în, pe atunci, incipienta ştiinţă a geneticii, ale cărei elemente de bază, genele şi cromozomii, erau doar vag înţelese. Aşa că Shannon a început să lucreze la o ambiţioasă disertaţie doctorală, intitulată „O algebră pentru genetica teoretică"[12]. Genele, după cum nota el, erau un construct teoretic. Se credea că erau transportate în nişte corpuri de forma unor tije, cunoscute drept cromozomi, care se puteau vedea la microscop, însă nimeni nu ştia cu exactitate cum erau structurate genele şi nici măcar dacă erau reale. „Totuşi", după cum nota Shannon, „este posibil, în vederea scopului nostru, să procedăm ca şi cum ar fi. . . .Vom vorbi, prin urmare, ca şi cum genele există efectiv şi ca şi cum reprezentarea noastră simplă a fenomenelor ereditare ar fi adevărată, de vreme ce, în măsura în care ne priveşte, s-ar putea foarte bine să fie aşa". A conceput un aranjament de litere şi numere ca să reprezinte „formule genetice" pentru un individ; de exemplu, două perechi de cromozomi şi patru poziţii genetice ar putea fi reprezentate astfel:

$$\begin{matrix} A_1\ B_2\ C_3\ D_5 & E_4\ F_1\ G_6\ H_1 \\ A_3\ B_1\ C_4\ D_3 & E_4\ F_2\ G_6\ H_2 \end{matrix}$$

Apoi, procesul de combinare genetică şi cel de încrucişare reproductivă puteau fi anticipate printr-un calcul de adunări şi înmulţiri. Era un fel de hartă rutieră, mult abstractizată faţă de dezordonata realitate biologică. El a explicat: „Nematematicienilor le spunem că este un loc comun în algebra modernă ca simbolurile să reprezinte concepte ce nu sunt numere". Rezultatul era complex, original şi cu totul desprins

de tot ceea ce făceau oamenii din domeniu.* Nu s-a deranjat să o publice vreodată.

Între timp, spre sfârșitul iernii din 1939, i-a scris lui Bush a lungă scrisoare despre o idee dragă inimii lui:

> Am lucrat pe sărite la o analiză a unor proprietăți fundamentale ale sistemelor generale de transmitere a informației, inclusiv telefonia, radiofonia, televiziunea, telegrafia etc. Practic, toate sistemele de comunicații pot fi aduse la următoarea formă generală:

$$f_1(t) \rightarrow \boxed{T} \rightarrow F(t) \rightarrow \boxed{R} \rightarrow f_2(t)$$

T și *R* erau un transmițător și un receptor. Ei mediau trei „funcții temporale", *f*(*t*): „informația de transmis", semnalul și outputul final, care, desigur, era presupus a fi pe cât posibil identic cu inputul. („Într-un sistem ideal, ar fi o replică exactă.")[14] Problema, după cum o vedea Shannon, era aceea că sistemele reale suferă întotdeauna *distorsiuni* – un termen pentru care el a propus o definiție riguroasă în formă matematică. Mai exista, de asemenea, și *zgomotul* („de exemplu, static"). Shannon i-a spus lui Bush că încerca să demonstreze niște teoreme. Totodată, și nu în mod accidental, lucra la o mașină capabilă să efectueze operații matematice simbolice, să facă treaba Analizatorului Diferențial și încă mai mult, pe de-a-ntregul cu ajutorul circuitelor electrice. Avea încă mult de mers. „Deși am făcut ceva progrese în diferite zone periferice ale problemei, încă rătăcesc prin ceață, în ceea ce privește rezultatele efective", a spus el.

---

* Într-o evaluare de peste patruzeci de ani, geneticianul James F. Crow a scris: „Pare să fi fost scris în totală izolare față de comunitatea geneticienilor. . . . [Shannon] a descoperit principii care au fost redescoperite mai târziu. . . . Regretul meu este acela că nu a fost pe larg cunoscut în 1940. Cred că ar fi schimbat substanțial istoria subiectului"[13] (n.a.).

Am desenat un set de circuite care vor executa efectiv diferenţierea şi integrarea simbolică a celor mai multe funcţii, însă metoda nu e chiar generală sau destul de naturală pentru a fi perfect satisfăcătoare. Ceva din filosofia generală care stă la baza maşinii pare să-mi scape cu totul.

Era dureros de slab, aproape sfrijit. Urechile abia îi ieşeau de sub părul ondulat, pieptănat lins. În toamna lui 1939, la o petrecere din apartamentul de pe Garden Street, pe care-l împărţea cu doi colegi, stătea sfios în uşă, în timp ce un disc de jazz cânta pe fonograful său, când o tânără femeie a început să arunce în el cu floricele de porumb. Era Norma Levor, o studentă aventuroasă de nouăsprezece ani, de la Radcliff din New York. Abandonase şcoala ca să locuiască la Paris în acea vară, dar s-a întors când Germania nazistă a invadat Polonia; chiar şi acasă, războiul ce se profila la orizont începuse să tulbure vieţile oamenilor. Claude a şocat-o ca un tip cu caracter ascuns şi intelect sclipitor. Au început să se vadă în fiecare zi; el i-a scris sonete, fără majuscule, în stilul lui E. E. Cummings. Ei îi plăcea felul în care el iubea cuvintele, felul în care el spunea algebra *boooooleană*. În ianuarie, s-au căsătorit (la un judecător din Boston, fără nicio ceremonie) şi ea l-a urmat la Princeton, unde el a primit o bursă de studii postdoctorale.

Invenţia scrierii a catalizat logica, făcând posibilă reflecţia asupra raţionamentului – putând să păstrezi sub ochi o linie de gândire pentru examinare – şi acum, după atâtea secole, logica a fost reanimată de invenţia maşinilor care puteau lucra cu simboluri. În logică şi matematică, cele mai înalte forme de gândire, totul părea să se îmbine armonios.

Amestecând logica şi matematica într-un sistem de axiome, semne, formule şi argumente, filosofii păreau să se apropie de un fel de perfecţiune – o certitudine riguroasă, formală. Acesta era scopul lui Bertrand Russell şi Alfred North Whitehead, giganţii raţionalismului englez, care şi-au publicat marea lor operă în trei volume între 1910 şi 1913. Titlul lor, *Principia Mathematica*, amintea în mod grandios de Newton; ambiţia lor nu era mai mică decât perfecţiunea întregii matematici. Aceasta era în sfârşit posibilă, susţineau ei, prin instrumentul logicii simbolice, cu semnele sale de obsidian şi regulile ei implacabile. Misiunea lor era aceea de a demonstra orice fapt matematic. Procesul de demonstraţie, desfăşurat în mod corect, trebuia să fie unul mecanic. În contrast cu cuvintele, *simbolismul* (declarau ei) face posibilă „exprimarea absolut precisă". Această direcţie fusese evaziv urmată de către Boole şi, înaintea lui, de către Babbage, iar cu mult timp înaintea celor doi, de către Leibniz, cu toţii crezând că perfecţiunea raţionamentului poate fi dobândită odată cu perfecta codificare a gândirii. Leibniz a putut numai să şi-o imagineze: „o anumită scriere a limbajului", a scris el în 1678, „ce reprezintă perfect relaţiile dintre gândurile noastre". Cu o codificare de acest fel, falsurile logice ar ieşi la iveală de îndată:

> Caracterele ar urma să fie total diferite de ceea ce s-a imaginat până acum. . Caracterele acestei scrieri trebuie să servească invenţiei şi judecăţii la fel ca în algebră şi aritmetică. . . Vor fi imposibil de scris, folosind aceste caractere, noţiuni himerice.[15]

Russell şi Whitehead au explicat că simbolismul se potriveşte „proceselor şi ideilor de înaltă abstractizare" utilizate în logică, cu şirurile ei de raţionamente. Limbajul obişnuit funcţionează mai bine în noroiul şi în mâlul lumii obişnuite. O

propoziție precum *o balenă este mare* folosește cuvinte simple ca să exprime „un fapt complicat", remarcă ei, pe când *Unu este un număr* „conduce, în limbă, la o intolerabilă prolixitate".[16] Înțelegerea balenelor și a mărimii necesită cunoștințe și experiență a lucrurilor reale, dar a stăpâni *1* și *număr* și toate operațiile aritmetice asociate cu aceste noțiuni, atunci când sunt adecvat exprimate în simboluri seci, ar trebui să decurgă automat.

De-a lungul drumului, au remarcat, totuși, câteva hopuri – unele dintre *himerele* care ar fi trebuit să fie imposibile. „O foarte mare cantitate de muncă", au spus ei în prefață, „a fost cheltuită în relație cu contradicțiile și paradoxurile care au infectat logica". „Infectat" era un cuvânt tare, însă prea puțin ca să exprime chinul paradoxurilor. Acestea erau un cancer.

Unele fuseseră cunoscute încă din Antichitate.

> Cretanul Epimenide a spus că toți cretanii sunt mincinoși și că toate celelalte afirmații ale cretanilor erau cu siguranță minciuni. Era aceasta o minciună?[17]

O formulare mai curată a paradoxului lui Epimenide – mai curată deoarece nimănui nu trebuia să-i pese de cretani și de însușirile lor – este paradoxul mincinosului: *Această propoziție este falsă.* Afirmația nu poate fi adevărată, deoarece atunci e falsă. Ea nu poate fi falsă, pentru că atunci ar deveni adevărată. Nu e nici adevărată, nici falsă, sau este ambele deodată. Însă descoperirea acestei circularități răsucite, cu efect invers și care îndoaie mintea, nu înseamnă sfârșitul vieții sau al limbajului – se înțelege ideea și se merge mai departe –, pentru că viața și limbajul sunt lipsite de perfecțiunea, de absoluturile care le dau forță. În viața reală, nu se poate ca toți cretanii să fie mincinoși. Chiar și mincinoșii spun câteodată adevărul. Chinul începe numai odată cu încercarea de a construi un vas ermetic. Russell și Whitehead țințeau perfecțiunea – în cazul demonstrației –,

altminteri întreprinderea lor nu prea avea sens. Cu cât construiau mai riguros, cu atât găseau mai multe paradoxuri. „Plutea în aer", a scris Douglas Hofstadter, „ideea că lucruri cu adevărat ciudate se puteau petrece atunci când veri moderni ai diferitelor paradoxuri antice se iveau înlăuntrul lumii logic riguroase a numerelor, . . . un paradis pur, în care nimeni nu visase că ar putea să apară paradoxuri".[18]

Unul era paradoxul lui Berry, pentru prima oară sugerat lui Russell de către G.G. Berry, un bibliotecar de la Bodleian.* Are de-a face cu numărarea silabelor necesare pentru a specifica fiecare număr întreg. Bineînțeles că, în general, cu cât numărul este mai mare, cu atât e nevoie de mai multe silabe. În limba engleză, cel mai mic număr întreg de două silabe este *seven* – șapte. Cel mai mic întreg care solicită trei silabe este *eleven* – unpsrezece. Numărul 121 pare să necesite șase silabe („one hundred twenty-one"), însă, de fapt, patru sunt de ajuns, cu oarecare istețime: „eleven squared" – unsprezece la pătrat. Totuși, chiar cu istețime, există numai un număr finit de silabe posibile și, prin urmare, un număr finit de nume și, după cum o spune Russell, „așadar numele unor întregi trebuie să fie alcătuite din cel puțin nouăsprezece silabe și, printre acestea, unul trebuie să fie cel mai mic. Prin urmare, *cel mai mic număr întreg ce nu poate fi denumit în mai puțin de nouăsprezece silabe* trebuie să denote un întreg definit".** Acum survine paradoxul. Această frază, *the least integer not nameable in fewer than nineteen syllables* – „cel mai mic întreg nedenominabil în mai puțin de nouăsprezece silabe" – conține [în limba engleză] numai opt-

---

* Bodleian Library este principala bibliotecă de studiu de la Oxford, numită astfel după numele fondatorului său, Sir Thomas Bodley, master la Merton College, care i-a pus bazele la sfârșitul secolului al XVI-lea (n.t.).

** În engleza standard, după cum nota Russell, numărul este „one hundred and eleven thousand seven hundred and seventy-seven" – o sută unsprezece mii șapte sute șaptezeci și șapte (n.a.).

sprezece silabe. Aşadar, cel mai mic întreg nedenominabil în mai puţin de nouăsprezece silabe tocmai a fost denumit în mai puţin de nouăsprezece silabe.[19]

Un alt paradox al lui Russell este „paradoxul bărbierului". Bărbierul este bărbatul (să spunem) care îi rade pe toţi bărbaţii şi numai pe aceia care nu se rad singuri. Se rade bărbierul pe sine? Dacă se rade, nu se rade, iar dacă nu se rade, atunci se rade.[20] Puţini oameni sunt tulburaţi de asemenea cimilituri, deoarece, în viaţa reală, bărbierul face cum îi place şi viaţa merge înainte. Suntem tentaţi să avem sentimentul, după cum se exprimă Russell, că „întreaga formă a cuvintelor este numai un zgomot fără sens". Însă paradoxul nu poate fi înlăturat atât de uşor atunci când un matematician examinează subiectul cunoscut drept teoria mulţimilor sau teoria claselor. Mulţimile sunt grupuri de obiecte – de exemplu, numere întregi. Mulţimea 0, 2, 4 aparţine mulţimii *mulţimilor de întregi* şi mulţimii *mulţimilor cu trei membri,* dar nu mulţimii *mulţimilor de numere prime.* Aşadar, Russell a definit o anumită mulţime astfel:

S este mulţimea tuturor mulţimilor care nu se conţin pe ele însele ca membri.*

* Este vorba, mai exact, despre paradoxul mulţimilor *normale* (formulat de către Bertrand Russell în 1903). Unele mulţimi se conţin pe ele însele ca element ($M \in M$), altele nu ($M \notin M$). De exemplu, mulţimea non-creioanelor este ea însăşi un non-creion, deci se conţine pe sine ca element – pe când mulţimea merelor nu este ea însăşi un măr, deci nu se conţine pe sine ca element. Mulţimile pentru care este adevărat $M \notin M$ se numesc *normale*, iar cele pentru care este adevărat $M \in M$ se numesc *nenormale*. Presupunem că orice mulţime face parte fie din clasa celor normale, fie din clasa celor nenormale; altfel spus, pentru orice mulţime M are loc relaţia $(M \in M) + (M \notin M)$ – semnul „+" denotând disjuncţia exclusivă „sau . . ., sau . . ., nu ambele". Formăm apoi mulţimea tuturor mulţimilor normale, pe care o notăm cu N. Conceptul acestei mulţimi este antinomic. Fie supoziţia S_1: $N \in N$, adică N este element al mulţimii tuturor mulţimilor normale, având deci proprietatea acestora de a nu se conţine – fie supoziţia S_2: $N \notin N$, adică N nu este element al mulţimii tuturor mulţimilor normale, deci nu are proprietatea acestora, aceea de a nu se conţine – deci $N \in N$ (n.t.).

Această versiune este cunoscută drept „Paradoxul lui Russell". El nu poate fi înlăturat ca zgomot.

Pentru a elimina acest paradox, Russell a luat măsuri drastice. Factorul care permite paradoxul părea să fie recursivitatea ciudată din afirmația incriminată: ideea mulțimilor ce aparțin mulțimilor. Recursivitatea era oxigenul care alimenta flacăra. În același mod, paradoxul mincinosului se bazează pe afirmații despre afirmații. „Această afirmație este falsă" este un metalimbaj: limbaj despre limbaj. Mulțimea paradoxală a lui Russell se bazează pe o metamulțime: o mulțime de mulțimi. Astfel, problema consta în saltul peste niveluri sau, cum a denumit-o Russell, un amestec al tipurilor. Soluția lui: să o declare ilegală, tabu, dincolo de limită. Interzis amestecul nivelurilor diferite de abstractizare. Interzisă autoreferința: interzisă autolimitarea. Regulile simbolismului din *Principia Mathematica* nu permit să-ți vezi ceafa, bucla de feedback a șarpelui ce-și înghite coada, care părea să deschidă posibilitatea autocontradicției. Acesta juca pentru el rolul de firewall.

Apare Kurt Gödel.

S-a născut în 1906 la Brno, în centrul provinciei cehești Moravia. A studiat fizica la Universitatea din Viena, șaptezeci și cinci de mile mai la sud, și, la douăzeci de ani, a intrat în Cercul de la Viena, un grup de filosofi și matematicieni care se întâlneau cu regularitate în cafenele pline de fum de țigară, precum Café Josephinum și Café Reichsrat, pentru a ridica logica și realismul ca pe un zid de apărare împotriva metafizicii – prin care ei înțelegeau spiritualismul, fenomenologia, iraționalismul. Gödel le-a vorbit despre Logica Nouă (termenul plutea în aer) și, în scurt timp, despre metamatematică – *der Metamathematik*. Metamatematica nu era față de matematică ceea ce metafizica era față de fizică. Era matematică despre matematică – un sistem formal „privit din afară" (*„äußerlich*

betrachtet").[21] Era pe cale să facă cea mai importantă declarație, să demonstreze cea mai importantă teoremă despre cunoaștere din secolul XX. Avea să ucidă visul lui Russell privind un sistem logic perfect. Avea să arate că paradoxurile nu erau niște excrescențe; erau fundamentale.

Înainte să-l îngroape, Gödel a lăudat proiectul lui Russell și Whitehead: logica matematică era, a scris el, „o știință anterioară tuturor celorlalte, care conține ideile și principiile care stau la baza tuturor științelor".[22] *Principia Mathematica*, marele opus, încorpora un sistem formal ce devenise, în scurta sa existență, atât de cuprinzător și atât de dominant, încât Gödel se referea la ea stenografic: PM. Prin PM el înțelegea sistemul, în opoziție cu cartea. În PM, matematica fusese închisă – o corabie într-o sticlă, nemaifiind lovită și scuturată de vastele mări nesupuse. În 1930, atunci când matematicienii demonstrau ceva, o făceau în acord cu PM. În PM, după cum a spus Gödel, „se putea demonstra orice teoremă nefolosind nimic altceva decât câteva reguli mecanice".[23]

Orice teoremă: pentru că sistemul era ori se pretindea a fi complet. Reguli *mecanice*: pentru că logica opera inexorabil, fără să lase loc interpretării umane schimbătoare. Simbolurile sale erau golite de sens. Oricine putea să verifice o demonstrație pas cu pas, aplicând regulile, fără să o înțeleagă. Numind mecanică această calitate, se invocau visurile lui Charles Babbage și ale Adei Lovelace, mașini de măcinat numere și numere denumind orice altceva.

În mijlocul culturii damnate din Viena anilor 1930, ascultându-i pe amicii lui dezbătând Logica Nouă, cu purtarea-i reținută și cu ochii măriți de ochelari rotunzi cu rame negre, la douăzeci și patru de ani Gödel credea în perfecțiunea sticlei care era PM, dar se îndoia că matematica putea fi cu adevărat închisă în ea. Acest tânăr slăbuț și-a transformat îndoiala într-o

mare şi îngrozitoare descoperire. El a descoperit că, pitiţi în PM – şi în orice sistem logic consistent – trebuie să existe nişte monştri până atunci de neconceput: afirmaţii care nu pot fi nici demonstrate, dar nici respinse niciodată. Trebuie să existe *adevăruri*, adică, ce nu pot fi demonstrate – iar Gödel a demonstrat-o.

A reuşit acest lucru cu rigoare de fier, deghizată într-o scamatorie. El a folosit regulile formale din PM şi, pe măsură ce le-a folosit, le-a abordat, de asemenea, din punct de vedere matematic – adică, le-a privit din afară. După cum a explicat el, toate simbolurile din PM – numere, operaţii aritmetice, conectori logici şi punctuaţie – constituiau un alfabet limitat. Orice propoziţie sau formulă din PM era scrisă în acest alfabet. Tot astfel, fiecare demonstraţie cuprindea o serie finită de formule – doar un pasaj mai lung, scris în acelaşi alfabet. Aici intervine matematica. Din punct de vedere matematic, a arătat Gödel, un semn este la fel de bun ca oricare altul; alegerea unui alfabet specific este arbitrară. Cineva poate folosi sortimentul tradiţional de numere şi notaţii (din aritmetică: +, –, =, ×; din logică: ¬, ∨, ⊃, ∃) sau poate utiliza litere, puncte şi liniuţe. Era o chestiune de codificare, alunecând de la set de simboluri la altul.

Gödel a propus să se utilizeze numere pentru toate semnele sale. Numerele erau alfabetul lui. Şi, pentru că numerele pot fi combinate cu ajutorul aritmeticii, orice succesiune de numere tinde către un (posibil foarte mare) număr. Astfel încât orice propoziţie, orice formulă din PM pot fi exprimate printr-un singur număr şi, la fel, orice demonstraţie. Gödel a expus o schemă riguroasă pentru efectuarea codificării – un algoritm, mecanic, doar reguli de urmat, fără să necesite inteligenţă. Lucrează înainte şi înapoi: dată fiind orice formulă, respectând

regulile se generează un număr şi, dat fiind orice număr, respectând regulile se produce formula corespondentă.

Nu orice număr se traduce într-o formulă corectă, totuşi. Unele numere se decodifică înapoi în bolboroseală sau în formule care sunt false în cadrul regulilor sistemului. Secvenţa de simboluri „0 0 0 = = =" nu alcătuieşte câtuşi de puţin o formulă, deşi se traduce printr-un număr oarecare. Propoziţia „0 = 1" este o formulă recognoscibilă, dar este falsă. Formula „$0 + x = x + 0$" este adevărată şi demonstrabilă.

Această ultimă calitate – proprietatea de *a fi demonstrabil în acord cu PM* – nu era destinată să fie exprimabilă în limbajul PM. Pare să fie o propoziţie din afara sistemului, o propoziţie metamatematică. Dar codificarea lui Gödel a introdus-o în sistem. În cadrul pe care l-a construit el, numerele naturale duceau o viaţă dublă, ca numere şi, totodată, ca propoziţii. O propoziţie putea să aserteze că un număr dat este *par* sau *prim* sau *pătrat perfect*, iar o propoziţie putea, de asemenea, să aserteze că un număr dat este *o formulă demonstrabilă*. Dat fiind numărul 1.044.045.317.700, de exemplu, se pot enunţa diferite propoziţii şi se poate testa adevărul sau falsitatea lor: acest număr este par, nu este prim, nu este un pătrat perfect, e mai mare decât 5, este divizibil cu 121 şi (când este decodificat în acord cu regulile oficiale) este o formulă demonstrabilă.

Gödel a expus toate acestea într-o mică lucrare din 1931. Pentru a face demonstraţia etanşă, era nevoie de o logică complexă, însă argumentul de bază era simplu şi elegant. Gödel a arătat cum să se construiască o formulă care spunea că *Un anumit număr, x, nu este demonstrabil.* Era uşor: erau infinit de multe astfel de formule. El a demonstrat apoi că, în unele cazuri cel puţin, numărul *x* s-ar putea să reprezinte chiar formula. Aceasta era tocmai autoreferinţa înnodată pe care Russell încercase să o interzică în regulile PM –

– și acum Gödel a arătat că astfel de propoziții trebuie să existe oricum. Mincinosul s-a reîntors și nu putea fi alungat prin modificarea regulilor. După cum a explicat Gödel (într-una dintre cele mai pregnante note de subsol din istorie),

> Contrar aparențelor, o astfel de propoziție nu implică nicio circularitate vicioasă, pentru că ea doar asertează că o anumită formulă bine definită . . . este nedemonstrabilă. Numai ulterior (și, ca să spunem așa, accidental) se dovedește că formula este exact aceea despre care propoziția însăși a fost exprimată.[24]

În cadrul PM și în cadrul oricărui sistem logic consistent capabil de aritmetică elementară, trebuie întotdeauna să existe astfel de propoziții blestemate, adevărate însă nedemonstrabile. Astfel, Gödel a arătat că un sistem formal consistent trebuie să fie incomplet; nu poate exista niciun sistem complet și consistent.

Paradoxurile s-au întors și nu erau simple capricii. Acum loveau chiar în miezul construcției. Era, după cum a spus Gödel mai târziu, un „fapt uimitor" – „că intuițiile noastre logice (de exemplu, intuiții privind noțiuni precum: adevăr, concept, ființă, clasă etc.) sunt autocontradictorii".[25] Era, după cum a spus Douglas Hofstadter, „un fulger subit venit din cel mai albastru cer cu putință", forța sa ivindu-se nu din edificul pe care l-a trăznit la pământ, ci din lecția pe care o conținea despre numere, despre simbolism și codificare:

> Concluzia lui Gödel a izvorât nu dintr-o slăbiciune, ci dintr-o tărie a PM. Acea tărie este faptul că numerele sunt atât de flexibile sau „cameleonice", încât modelele lor pot să imite modele de

raționament. *Forța expresivă* a PM este ceea ce dă naștere incompletitudinii sale.[26]

Îndelung căutatul limbaj universal, *characteristica universalis* pe care Leibniz a pretins că l-ar fi inventat, fusese prezent tot timpul, în numere. Numerele puteau să codifice întreaga gândire. Ele puteau să reprezinte orice formă de cunoaștere.

Prima oară când Gödel a menționat public descoperirea lui, în cea de-a treia și ultima zi a unui congres filosofic, ținut la Königsberg în 1930, nu a primit niciun răspuns; Doar o singură persoană părea să fi auzit de el, un ungur pe nume Neumann János. Acest tânăr matematician era pe cale să se mute în Statele Unite, unde, în curând și pentru tot restul vieții, avea să se numească John von Neumann. El a înțeles de îndată contribuția lui Gödel; aceasta l-a năucit, dar a studiat-o și l-a convins. Abia apăruse lucrarea lui Gödel, că von Neumann a și prezentat-o la un colocviu de matematică de la Princeton. Incompletitudinea era reală. Însemna că matematica nu poate fi niciodată demonstrată fără autocontradicție. Și „aspectul important", a spus von Neumann, „este că acesta nu este un principiu filosofic sau o atitudine intelectuală plauzibilă, ci rezultatul unei demonstrații matematice riguroase de un gen extrem de sofisticat".[27] Ori credeai în matematică, ori nu.

Bertrand Russell (care, desigur, *credea*) s-a deplasat spre domenii mai blânde ale filosofiei. Mult mai târziu, la bătrânețe, a admis că Gödel îl tulburase: „M-a făcut să mă bucur că nu mă mai ocupam de logica matematică. Dacă un set dat de axiome conduce la o contradicție, e clar că cel puțin una dintre axiome trebuie să fie falsă".[28] Pe de altă parte, cel mai celebru filosof al Vienei, Ludwig Wittgenstein (care, în mod fundamental, *nu credea*), a descalificat teorema de incompletitudine

ca pe o șmecherie („Kunststücken") și s-a lăudat că, mai degrabă decât să încerce să o respingă, o va ignora pur și simplu:

> Matematica nu poate fi incompletă; nu mai mult decât poate fi incomplet un *sentiment*. Tot ceea ce înțeleg trebuie să înțeleg complet.[29]

Replica lui Gödel a avut grijă de amândoi. „Russell evident răstălmăcește rezultatul meu; oricum, el o face de o manieră foarte interesantă", a scris el. „Spre deosebire de el, Wittgenstein . . . avansează o răstălmăcire total trivială și neinteresantă."[30]

În 1933, nou-înființatul Institut pentru Studii Avansate, cu John von Neumann și Albert Einstein printre primii profesori ai facultății, l-a invitat pe Gödel la Princeton pentru un an. Mai traversase de câteva ori Atlanticul în decursul ultimului deceniu, pe măsură ce fascismul devenea tot mai puternic, iar scurta glorie a Vienei începea să pălească. Ignorant în materie de politică și naiv în ceea ce privește istoria, Gödel a suferit câteva căderi nervoase și crize de ipohondrie, care l-au trimis la sanatoriu. Princetonul îi făcea cu mâna, dar Gödel șovăia. A rămas la Viena în 1938, în timpul *Anschluss*-ului, pe când Cercul Vienez și-a încetat existența, membrii săi fiind uciși sau exilați, și chiar în 1939, când armata lui Hitler a ocupat Cehoslovacia sa natală. El nu era evreu, însă matematica era destul de *verjudet* – adică iudaizată. În cele din urmă, a reușit să plece în ianuarie 1940, pe calea ferată transsiberiană până în Japonia și, de acolo, pe o navă, până la San Francisco. Numele său a fost recodificat de compania de telefonie drept „K. Goedel" când a ajuns la Princeton, de această dată definitiv.[31]

Claude Shannon sosise și el la Institutul pentru Studii Avansate, pentru a petrece acolo un an postdoctoral. L-a găsit ca pe un loc retras, ocupând o nouă clădire din cărămidă roșie,

cu turn de ceas și cupolă, înconjurată de ulmi, pe terenul unei foste ferme, la o milă depărtare de Princeton University. Primul dintre cei aproximativ cincisprezece profesori pe care i-a avut a fost Einstein, al cărui birou se afla în spate, la primul etaj; Shannon a dat rareori ochii cu el. Gödel, care sosise în martie, abia dacă vorbea cu altcineva în afară de Einstein. Supervizorul oficial al lui Shannon era Hermann Weyl, un alt exilat german, cel mai formidabil teoretician pe partea matematică a noii mecanici cuantice. Weyl era numai vag interesat de teza lui Shannon asupra geneticii – „problemele dumneavoastră bio-matematice"[32] –, dar a crezut că Shannon ar putea descoperi un teren comun cu un alt mare tânăr matematician al Institutului, von Neumann. Cea mai mare parte din timp, Shannon stătea indispus în camera sa din Palmer Square. Soției lui de douăzeci de ani, care părăsise Radcliffe ca să fie cu el, i se părea din ce în ce mai insuportabil să stea acasă în timp ce Claude cânta la clarinet, acompaniind discul său de pe fonograf cu Bix Beiderbecke. Norma credea că e deprimat și dorea să-l ducă la un psihiatru. A-l cunoaște pe Einstein era interesant, dar entuziasmul s-a tocit. Mariajul lor era sfârșit; ea a plecat pe la sfârșitul anului.

Nici Shannon nu putea să mai rămână la Princeton. El dorea să continue a se ocupa de transmiterea de informații, o noțiune slab definită și totuși mai pragmatică decât impetuoasa fizică teoretică ce domina programul institutului. În plus, se apropia războiul. Programele de cercetare se modificau peste tot. Vannevar Bush conducea acum Comitetul Național de Cercetări pentru Apărare, care i-a atribuit lui Shannon „Proiectul 7"; matematica mecanismelor de comandă ale tunurilor antiaeriene[33] – „misiunea", după cum a raportat sec NDRC*, „de apli-

* NDRC, acronim pentru *National Defense Research Committee* (n.t.).

care a unor corecții comenzilor tunului astfel încât proiectilul și ținta să ajungă în aceeași poziție simultan".[34] Avioanele făcuseră ca dintr-odată, să fie depășită aproape întreaga matematică folosită în balistică: pentru prima oară, țintele se deplasau cu viteze nu mult mai mici decât cele ale proiectilelor. Problema era complexă și critică, pe nave și pe uscat. Londra organiza baterii de tunuri grele, trăgând obuze de 3,7 inchi. Îndreptarea proiectilelor spre avioanele ce se deplasau cu mare viteză cerea sau intuiție și noroc, sau o mare cantitate de calcule implicite cu ajutorul unor angrenaje, înălțătoare și mecanisme automate. Shannon a analizat deopotrivă problemele fizice și cele de calcul: mașinăria trebuia să urmărească traiectorii rapide în trei dimensiuni, cu axe și angrenaje, comandate de dispozitive de aflare a ratelor și de integrare. Un tun antiaerian se comporta în sine ca un sistem dinamic, supus unor „reacții" și oscilațiilor care puteau fi sau nu previzibile. (Acolo unde ecuațiile diferențiale erau nonliniare, Shannon a făcut puține progrese și el știa acest lucru.)

Petrecuse două veri lucrând pentru Bell Telephone Laboratories din New York; cei din departamentul lor de matematică lucrau și ei la proiectul de comandă a focului și i-au cerut lui Shannon să li se alăture. Era o muncă pentru care Analizatorul Diferențial îl pregătise bine. Un tun aerian automat era deja analog cu un computer: el trebuia să convertească ceea ce, de fapt, erau ecuații diferențiale de ordinul al doilea în mișcare mecanică; trebuia să accepte input din partea reperării telemetrice sau a noului radar experimental; și mai trebuia să finiseze și să filtreze datele, pentru a compensa erorile.

La Bell Labs, ultima parte a problemei părea cunoscută. Semăna cu o chestiune care încurcase comunicațiile telefonice. Datele gălăgioase păreau un curent static de pe linie. „Există

o evidentă analogie", au raportat Shannon şi colegii lui, „între problema finisării datelor pentru a se elimina sau reduce efectul erorilor de urmărire şi problema separării unui semnal de zgomotul care deranjează sistemele de comunicaţie".[35] Datele constituiau un semnal; întreaga problemă era „un caz special de transmisie, manipulare şi utilizare de informaţii". Specialitatea lor, a celor de la Bell Labs.

Oricât de transformator fusese telegraful, oricât de miraculos părea să fie acum radioul fără fir, comunicaţia electrică însemna în acel moment telefonul. „Telefonul vorbitor electric" a apărut mai întâi în Statele Unite, odată cu stabilirea câtorva circuite experimentale în anii 1870. La începutul secolului următor, industria telefonică depăşise telegraful la toate capitolele – număr de mesaje, mile de cablu, capital investit – şi utilizarea telefonului se dubla în câţiva ani. Niciun mister de ce: oricine putea să utilizeze un telefon. Singurele abilităţi cerute erau să vorbeşti şi să asculţi; fără scriere, coduri sau tastaturi. Oricine răspundea la sunetul vocii umane; aceasta transmitea nu numai cuvinte, ci şi sentimente.

Avantajele erau evidente – dar nu pentru oricine. Elisha Gray, un telegrafist care a fost cât pe ce să-l păcălească pe Alexander Graham Bell în calitate de inventator al telefonului, i-a spus, în 1875, juristului său pentru patente că munca nu prea merita cine ştie ce: „Pare-se că Bell îşi cheltuieşte toată energia cu telegraful vorbitor. În vreme ce acesta este foarte interesant din punct de vedere ştiinţific, în prezent nu are nicio valoare comercială, pentru că pot face mult mai multe afaceri pe o linie cu metodele deja utilizate".[36] Peste trei ani, când Theodore N. Vail a părăsit Departamentul Poştelor pentru a deveni primul manager general (şi singurul funcţionar salari-

at) al noii Bell Telephone Company, şeful adjunct al poştei a scris cu mânie: „Îmi vine greu să cred că un om cu judecata dumneavoastră sănătoasă . . . trebuie să renunţe la tot pentru o blestemată de născocire yankee (o bucată de sârmă cu două coarne de bou texan ataşate la capete, astfel aranjate încât toată socoteala să scoată mugete ca un viţel) numită telefon!".[37] În anul următor, în Anglia, inginerul-şef de la General Post Office, William Preece, raporta Parlamentului: „Cred că descrierile pe care le primim despre utilizarea lui în America sunt puţin exagerate, deşi în America există condiţii care necesită folosirea unor astfel de instrumente mai mult decât aici. Aici avem o supraabundenţă de mesageri, comisionari şi alte lucruri de acest gen. . . . Eu am unul în biroul meu, dar mai mult de faţadă. Dacă vreau să trimit un mesaj – folosesc un tub acustic sau îl dau unui băiat să-l ducă"".[38]

Un motiv al acestor anticipaţii greşite era obişnuita lipsă de imaginaţie în faţa unei tehnologii radical noi. Telegraful era foarte vizibil, dar învăţămintele sale nu se extrapolau bine acestui nou dispozitiv. Telegraful solicita ştiinţă de carte; telefonul accepta oralitatea. Un mesaj trimis prin telegraf trebuia să fie mai întâi scris, apoi codificat şi tastat de către un intermediar calificat. Ca să utilizezi telefonul, trebuia doar să vorbeşti. Un copil putea să-l folosească. Tocmai din acest motiv părea o jucărie. De fapt, părea o jucărie destul de nepretenţioasă, făcută din cilindri de tinichea şi un şnur. Telefonul nu lăsa în urmă nicio înregistrare permanentă. *The Telephone* nu avea niciun viitor ca nume de ziar. În vreme ce telegraful se ocupa de fapte şi numere, telefonul trezea emoţii.

Noua companie Bell n-a avut greutăţi în a face din aceasta un avantaj comercial. Promotorilor săi le plăcea să-i citeze pe Pliniu: „Glasul viu este ceea ce mişcă sufletul" şi pe Thomas Middleton: „Cât de dulce sună glasul unei femei alese". Pe de

altă parte, provoca anxietate ideea de a capta și de a reifica vocea umană – și fonograful tocmai apăruse, la rândul său. După cum a spus un comentator, „indiferent în ce măsură un om își poate închide ușile și ferestrele și oricât de ermetic și-ar astupa găurile cheilor și sobele cu prosoape și pături, orice ar spune, fie sieși sau unui interlocutor, va fi auzit".[39] Vocile, până atunci, rămăseseră în cea mai mare parte private.

Noua invenție trebuia să fie explicată și, în general, procesul a început făcându-se o comparație cu telegraful. Erau un transmițător și un receptor, fire care îi conectau și *ceva* era transmis de-a lungul firului sub formă de electricitate. În cazul telefonului, acel ceva era sunet, simplu convertit din unde de presiune asupra aerului în unde de curent electric. Un avantaj era vizibil: telefonul le-ar fi, cu siguranță, de folos muzicienilor. Bell însuși, călătorind prin țară în calitate de impresar al noii tehnologii, încuraja acest mod de gândire, făcând demonstrații în săli de concert, unde orchestre și coruri cântau *America* și *Auld Lang Syne** în dispozitivele sale. El îi încuraja pe oameni să considere telefonul ca pe un aparat de difuzare, cu care să trimită muzică și predici religioase la mare distanță, aducând sala de concert și biserica în living room. Ziarele și comentatorii au mers pe aceeași linie. Așa se întâmplă când se analizează o tehnologie la modul abstract. De îndată ce au pus mâna pe telefoane, oamenii și-au dat seama ce au de făcut. Ei au vorbit.

---

* *Auld Lang Syne* este un poem scris de către poetul scoțian Robert Burns în 1788 și pus pe notele unui cântec popular tradițional. Este bine cunoscut îndeosebi (dar nu exclusiv) în țările anglo-saxone; se cântă de Anul Nou, la miezul nopții, dar și la funeralii, ceremonii de absolvire sau alte ocazii de despărțire sau de încheiere a unei activități comune. În engleza standard, traducerea titlului scoțian se consideră a fi „old long since", sensul general acceptat fiind ceva de genul „de dragul – sau în amintirea – vremurilor de altă dată" (n.t.).

Într-o prelegere ţinută la Cambridge, fizicianul James Clerk Maxwell a oferit o descriere ştiinţifică a conversaţiei telefonice: „Emiţătorul vorbeşte transmiţătorului de la un capăt al liniei şi, la capătul celălalt, ascultătorul pune la ureche receptorul şi aude ceea ce a spus emiţătorul. La cele două extreme, procesul este atât de exact similar cu demodata metodă de vorbire şi ascultare, încât nicio practică pregătitoare nu este necesară din partea niciunuia dintre operatori".[40] Şi el a remarcat uşurinţa utilizării.

Aşa se face că, în 1880, patru ani după ce Bell transmitea cuvintele „Domnule Watson, veniţi încoace, vreau să vă văd", şi trei ani după ce prima pereche de telefoane a fost închiriată pentru douăzeci de dolari, peste şaizeci de mii de telefoane erau utilizate în Statele Unite. Primii clienţi cumpărau perechi de telefoane pentru comunicarea între două puncte: între o fabrică şi birourile sale, de exemplu. Regina Victoria şi-a instalat unul la castelul Windsor şi unul la palatul Buckingham (fabricate din fildeş; un dar din partea isteţului Bell). Topologia s-a schimbat atunci când numărul de aparate ce puteau fi contactate de alte aparate a depăşit un prag critic, şi asta s-a întâmplat surprinzător de repede. Au apărut reţelele comunitare, multiplele lor conexiuni fiind stabilite prin intermediul unui nou aparat, numit centrală telefonică.

Faza iniţială de ignoranţă şi scepticism a trecut într-o clipită. A doua fază de amuzament şi distracţie nu a durat mult mai mult. Afacerile au uitat rapid rezervele lor faţă de seriozitatea aparatului. Oricine putea fi acum un profet al telefonului – unele din aceleaşi previziuni fuseseră deja auzite în legătură cu telegraful –, dar cele mai inspirate comentarii au venit din partea celor care s-au concentrat asupra forţei sale exponenţiale de interconectare. *Scientific American* evalua „viitorul telefonului" chiar în 1880 şi sublinia formarea unor „mici

grupuri de oameni care comunică telefonic". Cu cât mai largă reţeaua şi mai diverse interesele, cu atât ar fi mai mare potenţialul său.

> Ceea ce telegraful a realizat în ani telefonul a făcut în luni. Un an, a fost o jucărie ştiinţifică, având infinite posibilităţi de utilizare practică; în anul următor, era baza sistemului de comunicaţie, cu cea mai mare viteză de expansiune, fiind cel mai complex şi cel mai convenabil din câte a cunoscut lumea. . . . Curând, va fi regula şi nu excepţia în firmele de afaceri, dar şi în locuinţele celor înstăriţi, interconectaţi prin intermediul mesajelor telefonice, nu doar în marile noastre oraşe, ci în toate regiunile mai îndepărtate. Rezultatul poate fi nu mai puţin decât o nouă organizare a societăţii – o stare de lucruri în care fiecare individ, oricât de izolat, va putea să contacteze oricare alt individ din comunitate, scăpând de nenumărate complicaţii sociale şi din sfera afacerilor, de drumuri inutile înainte şi înapoi, decepţii, amânări şi o mulţime de mari şi mici necazuri şi supărări.

Se apropie timpul când membrii risipiţi ai comunităţilor civilizate vor fi la fel de strâns uniţi, în măsura în care ne referim la comunicarea telefonică, pe cât diferitele părţi ale trupului sunt acum unite de sistemul nervos.[41]

Membrii risipiţi ce utilizau telefoane numărau jumătate de milion în 1890; în 1914, erau 10 milioane. Se credea, corect, că telefonul era responsabil de progresul industrial rapid. Rolul său cu greu putea fi supraestimat. Domeniile dependente de „comunicaţii instantanee la distanţă" au fost listate de către Departamentul pentru Comerţ al Statelor Unite: „agricultură, minerit, comerţ, producţia de bunuri, transporturi şi, de fapt, toate ramurile producţiei şi distribuţiei de resurse naturale şi artificiale".[42] Ca să nu mai pomenim de „cizmari, curăţătorii de haine şi chiar spălătorese". Cu alte cuvinte, fiecare angrenaj

din motorul economiei. „Existența traficului telefonic este în esență un indicator al timpului economisit", comenta departamentul. Acesta remarca schimbări în structura vieții și a societății care vor părea noi peste un secol: „În ultimii ani, am asistat la o asemenea expansiune a liniilor telefonice prin diferitele districte ale țării în care se află stațiuni de recreere, încât a devenit posibil pentru oamenii de afaceri să-și părăsească birourile timp de mai multe zile și totuși să fie în strânsă legătură cu birourile lor". În 1908, John J. Carty, care a devenit primul șef al Bell Laboratories, oferea o analiză pe bază de date ca să arate cum telefonul modelase orizontul metropolei New York – argumentând că telefonul, tot atât cât și ascensorul, făcuse posibili zgârie-norii.

> Ar putea să sune ridicol a spune că Bell și succesorii lui au fost părinții arhitecturii comerciale moderne – ai turnului zgârie-nori. Dar stați puțin. Să luăm Singer Building, Flatiron Building, Broad Exchange, Trinity sau oricare alt gigantic sediu de birouri. Câte mesaje presupuneți că intră și ies zilnic în și din aceste clădiri? Presupuneți că nu ar exista niciun telefon și că fiecare mesaj ar trebui să fie transmis de către un mesager. Cât spațiu ar mai lăsa pentru birouri ascensoarele? Astfel de construcții ar fi o imposibilitate economică.[43]

Pentru a propulsa rapida expansiune a acestei rețele extraordinare, telefonul necesita noi tehnologii și o nouă știință. Acestea erau, în mare, de două tipuri. Unul avea de-a face cu însăși electricitatea: măsurarea cantităților de electricitate; controlul undei electromagnetice, după cum era acum înțeleasă – modulația ei de amplitudine și de frecvență. Maxwell stabilise, în anii 1860, că impulsurile electrice, magnetismul și însăși lumina erau toate manifestări ale unei singure forțe: „afecțiuni ale aceleiași substanțe", lumina fiind încă un caz de „pertur-

baţie electromagnetică propagată în câmp în acord cu legile electromagnetismului".[44] Acestea erau legile pe care acum specialiştii în inginerie electrică trebuiau să le aplice, unificând telefonul şi radioul printre alte tehnologii. Chiar şi telegraful folosea o modulaţie simplă de amplitudine, în care contau numai două valori, un maximum pentru „deschis" şi un minimum pentru „închis". Pentru transmiterea sunetului, era nevoie de un curent mult mai puternic şi mult mai fin controlat. Inginerii trebuiau să înţeleagă feedbackul: o cuplare a ieşirii unui amplificator de putere, precum un microfon de telefon, cu intrarea sa. Trebuiau să proiecteze relee din tuburi cu vid pentru a transporta curentul electric la mare distanţă, făcând posibilă prima linie transcontinentală în 1914, între New York şi San Francisco, 3 400 de mile de cablu agăţat pe 130 000 de stâlpi. Inginerii au descoperit, de asemenea, cum să moduleze curenţii individuali astfel încât să-i combine într-un singur canal – multiplexing – fără a-şi pierde identitatea. În 1918, puteau să obţină patru convorbiri pe o singură pereche de cabluri. Dar nu *curenţii* păstrau identitatea. Înainte ca inginerii să-şi fi dat seama, ei gândeau în termeni de transmitere a unui *semnal*, o entitate abstractă, cu totul distinctă de undele electrice în care era încorporată.

Un al doilea gen de ştiinţă, nu atât de bine definit, privea organizarea conexiunilor – comutarea, numerotarea şi logica. Această ramură descindea din înţelegerea originală de către Bell, datând din 1877, a faptului că telefoanele nu au nevoie să se vândă în perechi; că fiecare telefon individual putea fi conectat cu multe alte telefoane, nu prin fire directe, ci printr-un dispecerat central. George W. Coy, un telegrafist din New Haven, Connecticut, a construit acolo prima „centrală telefonică", dotată cu „ştifturi" şi „prize" făcute din bolţuri de trăsură şi sârme de la groapa cu vechituri. L-a patentat şi a

servit drept primul „operator" telefonic din lume. Tot făcând și desfăcând legăturile, știfturile se uzau rapid. O îmbunătățire timpurie a fost o balama de doi inchi, semănând cu un briceag – jackknife: „comutatorul jack-knife" sau, cum a fost numit în scurt timp, „jack". În ianuarie 1878, centrala lui Coy putea să conducă două convorbiri simultane între oricare dintre cei douăzeci și unu de clienți ai rețelei. În februarie, Coy a publicat o listă de abonați: el și câțiva prieteni; mai mulți doctori și dentiști: oficiul poștal, secția de poliție și clubul comercial; și câteva piețe de carne și pește. Aceasta a fost numită prima carte de telefon din lume, dar cu greu putea fi considerată așa ceva: o pagină, neordonată alfabetic și fără numere asociate cu numele. Numărul de telefon urma să fie inventat.

Acea invenție a venit în anul următor din Lowell, Massachusetts, unde, la sfârșitul lui 1879, patru operatori administrau legăturile dintre două sute de abonați urlând unul la altul prin camera unde se afla dispeceratul. A izbucnit o epidemie de pojar și dr. Moses Greeley Parker s-a temut că, dacă operatorii sucombau, ar fi fost greu de înlocuit. El a sugerat identificarea fiecărui telefon după număr. El a mai sugerat listarea numerelor într-un registru alfabetic al abonaților. Aceste idei nu puteau fi patentate și s-au răspândit prin legături telefonice în toată țara, unde rețelele ce înmugureau creau grămezi de date ce aveau nevoie de organizare. Cărțile de telefoane au reprezentat, în curând, cea mai cuprinzătoare evidență a populației și cel mai complet registru de adrese încercate vreodată. (Ele au devenit cele mai groase și cele mai dense dintre cărțile lumii – patru volume pentru Londra; un tom de 2 600 de pagini pentru Chicago – și au părut a fi o componentă permanentă, indispensabilă a ecologiei informației lumii până când, subit, nu au mai fost. Au ajuns demodate, efectiv, la

începutul secolului al XXI-lea. Companiile americane de telefonie le-au eliminat oficial în 2010; la New York, sfârșitul livrării automate a cărții de telefon a economisit, potrivit estimărilor, 5 000 de tone de hârtie.)

La început, clienții n-au privit cu ochi buni impersonalitatea numerelor de telefon, iar inginerii se îndoiau că lumea ar putea să memoreze un număr format din mai mult de patru sau cinci cifre. Compania Bell a trebuit să insiste până la urmă. Primii operatori de telefonie erau niște băietani, angajați cu salarii mici din rândurile mesagerilor din telegrafie, dar în toate centralele telefonice s-a constatat că băieții erau cam sălbatici, predispuși la clovnerii, glume și renghiuri, fiind găsiți mai degrabă luându-se la trântă pe podele decât stând pe scaune ca să presteze munca extenuantă și repetitivă a unui operator de centrală telefonică.[45] O nouă sursă de muncă ieftină era disponibilă și, în 1881, întreg personalul din centralele telefonice era practic format din femei. La Cincinnati, de exemplu, W.H. Eckert a raportat că angajase șaizeci și șase de „tinere doamne", care erau „cu mult superioare" băieților: „Sunt mai serioase, nu beau bere și sunt mereu disponibile".[47] Abia dacă mai era nevoie să adauge că o femeie putea fi plătită la fel sau mai prost decât un adolescent. Era o muncă solicitantă și, curând, a avut nevoie de pregătire profesională. Operatoarele trebuiau să distingă rapid multe voci și accente diferite, să păstreze un echilibru politicos față de nerăbdare și bădărănie, în timp ce efectuau multe ore de exerciții fizice cu partea superioară a corpului, purtând căștile ca pe niște hamuri. Unii bărbați credeau că le face bine. „Acțiunea de întindere a brațelor deasupra capului, spre stânga și spre dreapta, le dezvoltă pieptul și brațele", spunea *Enciclopedia oricărei femei*, „și transformă fetele delicate și slăbănoage în femei puternice. Nu există fete anemice, cu aspect nesănătos în centralele telefonice".[47]

Împreună cu altă nouă tehnologie, maşina de scris, centrala telefonică a catalizat intrarea femeilor în rândurile gulerelor albe de pe piaţa forţei de muncă, însă batalioanele de operatori umani nu puteau să susţină o reţea la scara ce se profila. Conectarea trebuia să se execute automat.

Aceasta însemna ca o legătură mecanică să preia de la apelant nu numai sunetul vocii sale, ci şi un număr – identificând o persoană sau cel puţin un alt telefon. Sarcina de a converti un număr în formă electrică cerea şi ea ceva inventivitate: întâi, s-a încercat apăsarea pe nişte butoane, apoi, a apărut un disc cu aspect ciudat, cu zece poziţii pentru degete, indicând cifrele zecimale, ce trimitea impulsuri pe linie. Apoi, impulsurile codificate serveau drept agent de comandă la centrala telefonică, unde un alt mecanism selecta dintr-o mulţime de circuite şi stabilea o legătură. Toate acestea laolaltă creau un grad de complexitate fără precedent în ceea ce priveşte dialogul dintre om şi maşină, numărul şi construcţia de circuite. Ideea nu i-a scăpat companiei, căreia îi plăcea să-şi promoveze centralele sale automate ca pe nişte „creiere electrice". După ce au împrumutat din telegrafie releul electromecanic – folosind un circuit pentru a comanda un altul –, companiile de telefonie i-au redus dimensiunile şi greutatea la mai puţin de patru uncii şi produceau acum mai multe milioane anual.

„Telefonul rămâne culmea miracolelor electrice", scria un istoric în 1910 – deja un istoric al telefonului. „Niciun alt lucru nu face atât de multe cu atât de puţină energie. Niciun alt lucru nu este atât de înfăşurat în necunoscut."[48] New York City avea câteva sute de mii de abonaţi telefonici şi *Scribner's Magazine* sublinia acest fapt uimitor: „Oricare doi din acest mare număr pot, în cinci secunde, să fie conectaţi unul cu celălalt, atât de rapid a ţinut pasul ştiinţa inginerească cu nevoile publicului".[49] Pentru a face conexiunile, centrala deve-

nise un monstru de două milioane de componente, 4 000 de mile de cablu şi 15 000 de lămpi de semnalizare.[50] În 1925, când mai multe grupuri de cercetători în domeniul telefoniei s-au reunit formal în cadrul Bell Telephone Laboratories, un „localizator de linie" mecanic, cu o capacitate de 400 de linii, înlocuia comutatoarele electromecanice rotative cu 22 de contacte. American Telephone & Telegraph Company îşi consolida monopolul. Inginerii se străduiau să micşoreze timpul de căutare. La început, apelurile la mare distanţă necesitau legătura cu un al doilea operator, numit „vameş", şi aşteptarea unui apel invers din partea acestuia; curând interconectarea centralelor locale trebuia să permită apelarea automată. Complicaţiile erau tot mai numeroase. Bell Labs aveau nevoie de matematicieni.

Ceea ce a început ca Departament Consultativ de Matematică a evoluat într-un centru de matematică aplicată fără pereche. Nu semăna cu prestigioasele citadele, Harvard şi Princeton. În lumea academică, abia era vizibil. Primul său director, Thornton C. Fry, savura tensiunea dintre teorie şi practică – culturi în coliziune. „Pentru matematician, un argument este sau perfect în toate detaliile sau este greşit", a scris el în 1941. „El numeşte aceasta «gândire riguroasă». Inginerul tipic îi spune «despicarea firului în patru»."

> Matematicianul tinde, totodată, să idealizeze fiecare situaţie cu care se confruntă. Gazele sale sunt „ideale", conductorii lui „perfecţi", suprafeţele sale „netede". El numeşte aceasta „a merge la esenţă". Inginerii îi vor spune, probabil, „ignorarea faptelor".[51]

Cu alte cuvinte, matematicienii şi inginerii nu se puteau descurca unii fără ceilalţi. Fiecare inginer în electricitate putea acum să aplice analiza de bază a undelor tratate ca semnale

sinusoidale. Dar noi dificultăți au apărut în înțelegerea acțiunii rețelelor; au fost concepute teoreme despre rețele pentru a le trata matematic. Matematicienii au aplicat teoria statului la rând în cazurile de conflict în utilizare; au elaborat grafice și arbori pentru a rezolva problemele liniilor și trunchiurilor intercity; și au folosit analiza combinatorie pentru a sparge problemele de probabilitate telefonică.

Mai era și zgomotul. La început (pentru Alexander Bell, de exemplu), acesta părea să fie o problemă pentru teoreticieni. Pur și simplu era prezent, aglomerând mereu linia – păcăneli, sâsâieli, pârâituri care alterau sau interferau cu vocea intrată în microfon. Deranja și emisiile radio. În cel mai bun caz, stătea în fundal și lumea abia îl băga de seamă; în cel mai rău, abundența acestor buruieni stimula imaginația clienților:

> Erau scuipați și bolboroseli, smucituri și zăngăneli, fluierături și țipete. Erau foșnete de frunze, orăcăieli de broască, șuierat de aburi și bătăi de aripi de pasăre. Erau clicuri de pe firele de telegraf, fărâme de convorbiri de pe alte telefoane, mici guițături ce nu semănau cu niciun alt sunet cunoscut. . . Noaptea era mai zgomotoasă decât ziua și, la ora spectrală a miezului de noapte, dintr-un motiv straniu, neștiut de nimeni, acest babel ajungea la culme.[52]

Însă inginerii puteau acum *să vadă* zgomotul pe osciloscoapele lor, alterând și interferând cu undele lor curate și, firesc, ei voiau să îl măsoare, chiar dacă era ceva donquijotesc în a măsura o pacoste atât de aleatorie și de fantomatică. Exista o soluție, de fapt, și Albert Einstein arătase în ce consta.

În 1905, anul său de grație, Einstein a publicat o lucrare despre mișcarea browniană, mișcarea aleatorie, nervoasă a

unor particule infime suspendate într-un fluid. Antony van Leeuwenhoek o descoperise cu microscopul său primitiv şi fenomenul era denumit după Robert Brown, botanistul scoţian care l-a studiat cu atenţie în 1827: mai întâi, polenul în apă, apoi, funinginea şi pulberi de rocă. Brown s-a convins de faptul că aceste particule nu erau vii – nu erau animalculi – şi totuşi nu puteau sta locului. Printr-un tur de forţă matematic, Einstein a explicat fenomenul ca pe o consecinţă a energiei calorice a moleculelor, a căror existenţă a dovedit-o prin aceasta. Particule vizibile la microscop, precum polenul, sunt bombardate de ciocniri moleculare şi sunt destul de uşoare pentru a fi zdruncinate aleatoriu încoace şi-ncolo. Fluctuaţiile particulelor, individual impredictibile, în ansamblu exprimă legile mecanicii statistice. Deşi fluidul poate fi în repaus şi sistemul în echilibru termodinamic, mişcarea neregulată se păstrează, cât timp temperatura este peste zero absolut. Prin aceeaşi dovadă, el a arătat că agitaţia termică aleatorie ar afecta, de asemenea, electronii liberi din orice conductor electric – producând zgomot.

Fizicienii au acordat puţină atenţie aspectelor electrice ale lucrării lui Einstein şi abia în 1927 zgomotul termic din circuite a fost pus pe baze matematice riguroase, de către doi suedezi ce lucrau la Bell Labs. John B. Johnson a fost primul care a măsurat ceea ce el şi-a dat seama că era un zgomot intrinsec circuitului, în opoziţie cu dovezile unei proiectări defectuoase. Apoi, Harry Nyquist a explicat fenomenul, derivând formule ale fluctuaţiilor curentului şi voltajului într-o reţea idealizată. Nyquist era fiul unui fermier şi cizmar, al cărui nume originar fusese Lars Jonsson, dar care a trebuit să-şi găsească un nou nume deoarece cutia lui poştală era confundată cu cea a unui alt Lars Jonsson. Familia Nyquist migrase în Statele Unite pe când Harry era adolescent; şi-a croit drumul din Dakota de

Nord spre Bell Labs trecând pe la Yale, unde şi-a luat doctoratul în fizică. Întotdeauna păruse să privească lucrurile în ansamblu – ceea ce nu însemna telefonia în sine. Încă din 1918, a început să elaboreze o metodă de transmitere a pozelor pe fir: „telefotografia". Ideea lui era să pună o fotografie pe un tambur rotitor, să o scaneze şi să genereze curenţi proporţionali cu luminozitatea imaginii. În 1924, compania avea un prototip de lucru care putea să trimită o fotografie de cinci pe şapte inchi în şapte minute. Dar, în acest timp, Nyquist privea şi în urmă şi, în acelaşi an, la o convenţie a inginerilor de electricitate din Philadelphia, a susţinut o expunere cu un titlu modest: „Anumiţi factori care afectează viteza telegrafului".

Se ştiuse încă din zorii telegrafiei că unităţile fundamentale ale mesajelor erau discrete: puncte şi liniuţe. A devenit la fel de evident în era telefoniei că, dimpotrivă, informaţia utilă era continuă: sunete şi culori, topindu-se unele în celelalte, amestecându-se perfect de-a lungul unui spectru de frecvenţe. Deci, care era [unitatea de măsură]? Fizicieni precum Nyquist se ocupau de curentul electric în formă ondulatorie, chiar şi atunci când transmiteau semnale discrete de telegraf. În prezent cea mai mare parte a curentului dintr-o linie de telegraf era irosită. Conform modului de gândire al lui Nyquist, dacă acele semnale continue ar putea să reprezinte ceva atât de complex precum vocea, atunci materialul simplu al telegrafiei era numai un caz special. Concret, era un caz special de modulaţie în amplitudine, în care singurele amplitudini interesante erau *deschis* şi *închis*. Tratând semnalele telegrafice ca impulsuri de formă ondulatorie, inginerii puteau să accelereze transmiterea lor şi le puteau combina într-un singur circuit – şi puteau, de asemenea, să le combine cu canalele de voce. Nyquist voia să ştie *cât de mult* – câte date telegrafice, cât de rapid. Ca să răspundă la această întrebare, el a găsit o abordare

ingenioasă de convertire a undelor continue în date care erau discrete, sau „digitale". Metoda lui Nyquist consta în a măsura undele la anumite intervale, convertindu-le astfel în unități numărabile.

Un circuit transporta unde de foarte multe frecvențe: o „bandă" de unde, ar spune inginerii. Gama de frecvențe – lărgimea acelei benzi sau „lărgimea de bandă" – servea drept măsură a capacității circuitului. O linie telefonică putea să conducă frecvențe între 400 și 3 400 de hertzi sau unde pe secundă, pentru o lărgime de bandă de 3 000 de hertzi. (Aceasta ar fi acoperit cea mai mare parte din sunetele unei orchestre, dar notele acute ale picculinei ar fi fost tăiate.) Nyquist voia să pună toate acestea într-o expresie de cât mai mare generalitate. A calculat o formulă pentru „viteza de transmisie de informații".[53] Pentru a transmite informații cu o anumită viteză, a arătat el, un canal are nevoie de o anumită lărgime de bandă, care să fie măsurabilă. Dacă lărgimea de bandă era prea mică, ar fi necesară încetinirea transmisiei (însă, în timp și cu ingeniozitate, s-a înțeles mai târziu, chiar mesajele complexe puteau fi trimise printr-un canal de foartă mică lărgime de frecvență: o tobă, de exemplu, lovită cu mâna, scoțând sunete de numai două tonalități.)

Colegul lui Nyquist, Ralph Hartley, care-și începuse cariera ca expert în receptoare radio, a extins aceste rezultate într-o expunere din vara lui 1927, la un congres internațional ținut pe țărmul lacului Como din Italia. Hartley a folosit un cuvânt diferit, „informație". Era o bună ocazie pentru idei mărețe. Savanții se adunaseră din toată lumea pentru centenarul morții lui Alessandro Volta. Niels Bohr a vorbit despre noua teorie cuantică și a introdus pentru prima oară conceptul său de complementaritate. Hartley le-a oferit ascultătorilor săi atât o teoremă fundamentală, cât și un nou set de definiții.

Teorema era o extindere a formulei lui Nyquist şi se putea exprima în cuvinte: cantitatea maximă de informaţie care poate fi transmisă în orice timp dat este proporţională cu gama de frecvenţă disponibilă (el nu a folosit termenul *lărgime de bandă*). Hartley scotea la iveală un set de idei şi presupoziţii care deveneau parte din cultura inconştientă a ingineriei electrice şi, în special, din cultura celor de la Bell Labs. Mai întâi, era însăşi ideea de informaţie. A trebuit să înţepe cu un ac un fluture pe tablă. „În uzul comun", a spus el, „informaţia este un termen foarte elastic". Este materialul comunicării – care, în schimb, poate fi vorbire directă, scriere sau orice altceva. Comunicarea are loc prin intermediul simbolurilor – Hartley a citat drept exemple „cuvinte" şi „puncte şi liniuţe". De comun acord, simbolurile transmit „semnificaţie". Până aici, un concept alunecos după altul. Dacă scopul era să se „elimine factorii psihologici implicaţi" şi să se stabilească o măsură „în termeni de cantităţi pur fizice"[54], Hartley avea nevoie de ceva definit şi numărabil. El a început cu numărarea simbolurilor – nu contează care le era semnificaţia. Orice transmisie conţinea un număr calculabil de simboluri. Fiecare simbol reprezenta o alegere; fiecare era selectat dintr-un anumit set de simboluri posibile – un alfabet, de exemplu –, iar numărul de posibilităţi era, de asemenea, calculabil. Numărul cuvintelor posibile nu este uşor de socotit, însă chiar în limba de toate zilele, fiecare cuvânt reprezintă o selecţie dintr-o mulţime de posibilităţi:

> De exemplu, în propoziţia „Merele sunt roşii", primul cuvânt a eliminat alte genuri de fructe şi toate celelalte obiecte în general. Al doilea îndreaptă atenţia către o proprietate sau condiţie a merelor, iar cel de-al treilea elimină alte culori posibile. . . .
>
> Numărul de simboluri disponibile la fiecare selecţie variază evident în mare măsură în funcţie de tipul de simboluri utilizate, de

particularităţile comunicatorilor şi de gradul anterior de înţelegere dintre ei.[55]

Hartley a trebuit să admită că unele simboluri ar putea să transmită mai multă informaţie, potrivit înţelesului *comun* al termenului, decât altele. „De exemplu, un singur cuvânt, «da» sau «nu», atunci când încheie o discuţie prelungită, poate avea o semnificaţie extraordinar de mare." Ascultătorii puteau găsi ei înşişi propriile lor exemple. Dar ideea era scoaterea cunoaşterii umane din ecuaţie. Telegrafele şi telefoanele sunt, la urma urmei, tâmpite.

Cantitatea de informaţie, părea intuitiv limpede, trebuie să fie proporţională cu numărul de simboluri: de două ori mai multe simboluri, de două ori mai multă informaţie. Dar un punct sau o liniuţă – un simbol dintr-o mulţime cu numai doi membri – poartă mai puţină informaţie decât o literă din alfabet şi mult mai puţină informaţie decât un cuvânt ales dintr-un dicţionar de o mie de termeni. Cu cât sunt mai multe simboluri posibile, cu atât mai multă informaţie poartă fiecare alegere. Cu cât mai multă? Ecuaţia, după cum a scris-o Hartley, era următoarea:

$$H = n \log s$$

unde H este cantitatea de informaţie, n este numărul de simboluri transmise, iar s este mărimea alfabetului. Într-un sistem punct-liniuţă, s este numai 2. Un singur caracter chinezesc are o încărcătură cu mult mai mare decât un punct sau o liniuţă Morse; este cu atât de mult mai valoros. Într-un sistem cu un simbol pentru fiecare cuvânt dintr-un dicţionar de o mie de termeni, s ar avea valoarea 1000.

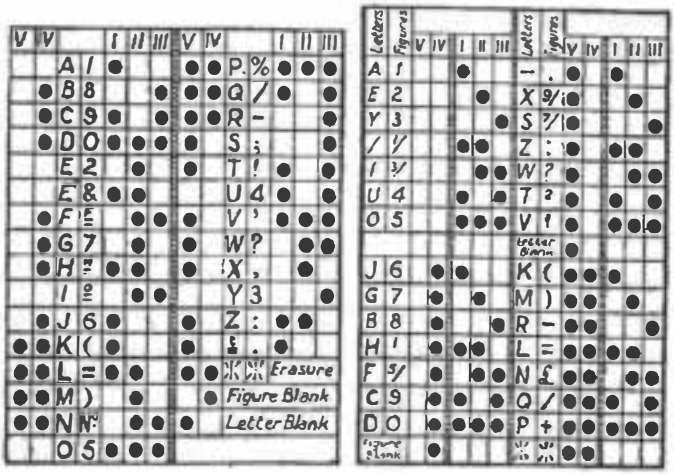
Totuşi, cantitatea de informaţie nu este proporţională cu dimensiunile alfabetului. Relaţia este logaritmică: pentru

dublarea cantității de informație, este necesară cvadruplarea dimensiunilor alfabetului. Hartley a ilustrat acest lucru în termenii unui imprimator telegrafic – o amestecătură de dispozitive, de la unele învechite la altele de ultima modă, imprimate în circuite electrice. Astfel de telegrafe utilizau tastaturi aranjate conform unui sistem elaborat în Franța de către Émile Baudot. Operatorii umani foloseau tastaturile, cu alte cuvinte – dispozitivul traducea aceste apăsări pe taste, ca de obicei, în deschiderea și închiderea contactelor telegrafului. Codul Baudot utiliza cinci unități ca să transmită fiecare caracter, astfel încât numărul caracterelor posibile era 2^5 sau 32. În termeni de conținut informațional, fiecare astfel de caracter era de cinci ori mai valoros – nu de treizeci și două de ori – decât unitățile sale binare de bază.

Între timp, telefoanele trimiteau prin rețea vocile lor umane prin binecuvântate și curbilinii unde analogice. Unde erau simbolurile în acestea? Cum puteau ele să fie numărate?

Hartley l-a urmat pe Nyquist în argumentarea că o curbă continuă trebuie gândită ca limită de care apropierea se face printr-o succesiune de pași discreți și că pașii pot fi recuperați, de fapt, prin prelevarea de probe de unde la intervale de timp. În acest mod, telefonia ar putea fi supusă aceluiași tratament matematic ca și telegrafia. Printr-o analiză nefinisată, însă convingătoare, el a arătat că în ambele cazuri cantitatea totală de informație ar depinde de doi factori: timpul disponibil de transmisie și lărgimea de bandă a canalului. Discurile de fonograf și filmele puteau fi analizate în același mod.

Aceste vechi lucrări ale lui Nyquist și Hartley au atras puțin atenția imediat după publicarea lor. Cu greu s-ar fi potrivit oricărei reviste prestigioase de matematică sau fizică, însă Bell Labs aveau revista lor, *The Bell System Technical Journal*, iar Claude Shannon le-a citit acolo. El a sorbit intuițiile



Codul Baudot

matematice, chiar dacă erau abia schițate – primii pași stângaci înspre o țintă fantomatică. A remarcat, de asemenea, și dificultățile pe care amândoi le aveau în a-și defini termenii. „Prin viteza transmisiei de informație se înțelege numărul de caractere, reprezentând diferite litere, cifre etc., care pot fi transmise într-un interval de timp dat."[56] Caractere, litere, cifre: greu de numărat. Erau și concepte, pentru care abia urmau să fie inventați termeni: „capacitatea unui sistem de a transmite succesiuni particulare de simboluri. . ."[57].

Shannon a simțit perspectiva unificării. Inginerii de comunicații nu discutau numai despre fire, ci și despre aer, „eterul", și chiar despre benzi perforate. Ei cercetau nu numai cuvinte, ci și sunete și imagini. Ei își reprezentau întreaga lume ca mulțime de simboluri, în electricitate.

7 | TEORIA INFORMAȚIEI

(TOT CEEA CE URMĂRESC ESTE UN CREIER TERESTRU)

Poate că a propune o teorie a informației și a procesării ei seamănă puțin cu a construi o cale ferată transcontinentală. Poți să începi de la est, încercând să înțelegi cum pot agenții să proceseze ceva, și să te îndrepți către vest. Sau poți să pornești de la vest, încercând să înțelegi ce este informația, și să te îndrepți către est. Se speră că cele două linii se vor întâlni.[1]

– John Barwise (1986)

Pe când războiul era în toi, la începutul anului 1943, doi gânditori cu spirite înrudite, Claude Shannon și Alan Turing, se întâlneau zilnic la ceai în bufetul de la Bell Labs și nu-și vorbeau despre munca lor, pentru că era secretă.[2] Amândoi deveniseră criptoanaliști. Însăși prezența lui Turing la Bell Labs era într-un fel secretă. Venise la bordul vasului *Queen Elizabeth*, navigând în zigzag ca să evite submarinele germane, după triumful clandestin de la Bletchley Park, unde fusese descifrată Enigma, codul utilizat de armata germană pentru comunicațiile sale critice (inclusiv semnalele către submarine). Shannon lucra la un Sistem X, folosit pentru criptarea conversațiilor dintre Franklin D. Roosevelt de la Pentagon și Winston Churchill, aflat în comandamentul său de Război. Sistemul opera interferând cu semnalul vocal analogic de cincizeci de ori pe secundă – „cuantizând" sau „digitalizând" acest semnal – și mascându-l prin aplicarea unei chei aleatorii, care s-a întâmplat să aibă o mare asemănare cu zgomotul de circuit, cu care inginerii erau atât de obișnuiți. Shannon nu a proiectat sistemul; el a fost însărcinat să-l analizeze teoretic și – se spera – să demonstreze că nu putea fi spart. El s-a achitat de această sarcină. A fost clar mai târziu că acești bărbați, fiecare de pe

câte un ţărm al Atlanticului, făcuseră mai mult decât oricine altcineva pentru a transforma criptografia dintr-o artă într-o ştiinţă, dar, în acel moment, creatorii şi spărgătorii de coduri nu vorbeau unii cu ceilalţi.

Evitând acest subiect, Turing i-a arătat lui Shannon o lucrare pe care o scrisese în urmă cu şapte ani, intitulată „Despre numerele calculabile", cu privire la capacităţile şi limitele unei maşini de calcul idealizate. Au discutat despre o altă temă, care s-a dovedit a fi pe placul inimilor lor, posibilitatea maşinilor de a învăţa să gândească. Shannon a propus alimentarea unui creier electronic cu „lucruri culturale", cum ar fi muzica, şi s-au luat la întrecere în cutezanţă, Turing exclamând odată: „Nu, nu mă interesează dezvoltarea unui creier *puternic*. Tot ceea ce urmăresc este un creier *terestru*, ceva asemănător cu preşedintele companiei American Telephone & Telegraph".[3] Era aproape impudic să vorbeşti despre maşini gânditoare în 1943, când nici tranzistorul, nici computerul electronic nu se născuseră încă. Viziunea pe care o împărtăşeau Shannon şi Turing nu avea nimic de-a face cu electronica: era vorba de logică.

Pot maşinile să gândească? era o întrebare având o scurtă şi puţin bizară tradiţie – bizară pentru că maşinile erau atât de categoric fizice în substanţa lor. Charles Babbage şi Ada Lovelace se aflau aproape de începutul acestei tradiţii, deşi ei fuseseră uitaţi, iar acum urmele duceau până la Alan Turing, care a făcut ceva cu adevărat bizar: a conceput o maşină cu capacităţi ideale în domeniul mental şi a arătat ceea ce ea *nu* putea să facă. Maşina lui nu a ajuns niciodată să existe (exceptând faptul că acum există peste tot). Era numai un experiment mental.

În paralel cu problema privind ceea ce o maşină ar putea să facă, se ridica o altă problemă: ce sarcini erau *mecanice* (un

vechi cuvânt cu noi semnificații). Acum, că mașinile puteau să cânte muzică, să capteze imagini, să ghideze tunurile antiaeriene, să conecteze apeluri telefonice, să comande linii de asamblare și să efectueze calcule matematice, cuvântul nu mai părea atât de peiorativ. Dar numai fricoșii și superstițioșii își imaginau că mașinile ar putea fi creative, originale sau spontane; acele calități erau opuse *mecanicului*, care însemna ceva automat, fix și rutinier. Acest concept era acum la îndemâna filosofilor. Un exemplu de obiect intelectual care putea fi numit mecanic era algoritmul: un alt termen nou pentru ceva ce existase dintotdeauna (o rețetă, un set de instrucțiuni, o procedură pas cu pas), dar care acum reclama recunoașterea formală. Babbage și Lovelace lucraseră cu algoritmi, fără să-i numească. Secolul XX le-a acordat algoritmilor un rol central – începând din acel moment.

Turing era proaspăt absolvent și asistent la King's College din Cambridge când i-a prezentat profesorului său, în 1936, lucrarea sa despre numerele calculabile. Titlul complet se termina cu o înfloritură extravagantă în limba germană: era „Despre numerele calculabile, cu o aplicație la *Entscheidungsproblem*". „Problema deciziei" era o provocare lansată de către David Hilbert la Congresul Internațional al Matematicienilor, din 1928. Poate cel mai influent matematician din acel moment, la fel ca și Russell și Whitehead, Hilbert credea cu fervoare în misiunea de a înfige rădăcinile matematicii într-o solidă fundație logică – *„In der Mathematik gibt es kein Ignorabimus"*, a declarat el. („În matematică nu există niciun fel de *nu se va ști*.") Firește că matematica avea multe probleme nerezolvate, unele chiar celebre, precum ultima teoremă a lui Fermat și ipoteza lui Goldbach – propoziții care păreau să fie adevărate, dar care nu fuseseră demonstrate. Nu fuseseră încă demonstrate, credeau cei mai mulți. Exista o pre-

supoziție, chiar o credință, că orice adevăr matematic ar fi demonstrabil, cândva.

Entscheidungsproblem consta în a găsi o procedură riguroasă, pas cu pas, prin care, dat fiind un limbaj formal de raționare deductivă, se poate produce o demonstrație în mod automat. Acesta era visul lui Leibniz resuscitat: exprimarea tuturor raționamentelor valide prin reguli mecanice. Hilbert a pus problema sub formă de întrebare, dar el era optimist. Credea sau spera că știe răspunsul. Era exact momentul când, în acel moment de cumpănă a apelor în matematică și logică, Gödel a introdus în joc teorema sa de incompletitudine. În parfumul său, cel puțin, rezultatul lui Gödel părea un antidot perfect al optimismului afișat de Hilbert, ca și de către Russell. Însă, de fapt, Gödel lăsa *Entscheidungsproblem* fără răspuns. Hilbert făcuse o distincție între următoarele trei întrebări:

Este matematica completă?
Este matematica necontradictorie?
Este matematica decidabilă?*

---

* Problema deciziei în orice calcul logic se referă la stabilirea cu certitudine a valorii de adevăr a oricărei expresii sau formule bine alcătuite în limbajul calculului respectiv. De exemplu, în calculul propozițional, există trei tipuri posibile de formule: *tautologii* – mereu adevărate, indiferent de valorile de adevăr ale variabilelor propoziționale pe care le conțin (de exemplu, $A > B \,\&\, B > C \vdash A > C$); *contradicții logice* – false în toate cazurile (de exemplu, $A > B \,\&\, B > A \vdash A = B$) și formule *realizabile* – câteodată adevărate, alteori false, în funcție de valorile de adevăr ale variabilelor propoziționale pe care le conțin (de exemplu, $A \,\&\, B \rightarrow C \vdash A$). Sau, intuitiv, în limbajul natural, propoziția „Toate pătratele sunt romburi cu un unghi drept" este tautologică sau analitic adevărată; „Orice triunghi dreptunghic are toate unghiurile ascuțite" este o contradicție logică sau analitic falsă; iar propoziția „Vaca este bălțată" este realizabilă, putând fi în unele cazuri adevărată, în altele falsă, ceea ce nu se poate stabili *analitic*, adică prin raționament pur, ci numai *sintetic*, pe baza experienței. Din punctul de vedere al logicii deductive, aceste formule sunt indecidabile, deoarece nu se poate găsi niciun algoritm prin care, independent de accidentele empirice, să se poată demonstra mecanic adevărul lor cert sau falsitatea lor îndubitabilă. Pe căi distincte, dar înrudite, Gödel și apoi Turing au demonstrat că în orice sistem deductiv formal necontradictoriu există cu necesitate propoziții *analitic* indecidabile, ceea ce dovedește incompletitudinea sistemului (n.t.).

Gödel a arătat că matematica nu poate fi deopotrivă completă şi necontradictorie sau consistentă, cel puţin nu în totalitatea ei. Chiar dacă un sistem particular închis de logică formală trebuie să conţină propoziţii care nu pot fi nici demonstrate, nici respinse dinlăuntrul sistemului, acesta putea fi conceput ca decidabil, după cum şi era, prin intermediul unui arbitru din afară – o logică sau nişte reguli externe.*

Alan Turing, la numai douăzeci şi doi de ani, nefamiliarizat cu mare parte din literatura relevantă, atât de izolat în deprinderile sale de muncă, încât profesorul său era îngrijorat de perspectiva ca el să devină un „solitar înrăit"[5], a pus o întrebare total diferită (după cât se părea): sunt toate numerele calculabile? Aceasta era o întrebare neaşteptată ca punct de start, deoarece abia dacă îi trecuse cuiva prin minte ideea unui număr *ne*calculabil. Majoritatea numerelor cu care lucrează sau la care se gândeşte lumea sunt calculabile prin definiţie. Numerele raţionale sunt calculabile deoarece pot fi exprimate sub forma unui raport între două numere întregi, *a* / *b*. Numerele algebrice sunt calculabile pentru că ele sunt soluţii ale ecuaţiilor polinomiale. Numere celebre, precum p şi *e*, sunt calculabile; oamenii le calculează tot timpul. Cu toate acestea, Turing a făcut aparent moderata afirmaţie că pot exista numere care sunt cumva denominabile, definibile şi *ne*calculabile.

Ce însemna aceasta? El a definit un număr calculabil drept unul a cărui expresie zecimală poate fi calculată cu mijloace finite. „Justificarea" – a spus el, „se află în faptul că memoria umană este în mod necesar limitată". El a definit, de asemenea, *calculul* ca pe o procedură mecanică, un algoritm. Oamenii

* Spre sfârşitul vieţii, Gödel a scris: „Numai prin opera lui Turing a devenit cu totul limpede că demonstraţia mea este aplicabilă *oricărui* sistem formal ce conţine aritmetică"[4] (n.a.).

rezolvă problemele cu intuiție, imaginație și sclipiri de inteligență – care, în mod discutabil, reprezintă calcule nonmecanice, sau, din nou sub semnul întrebării, prin calcule ale căror pași sunt ascunși. Turing avea nevoie să elimine inefabilul. El a întrebat, cât se poate de literal, ce ar putea să facă o mașină? „Conform definiției mele, un număr este calculabil dacă zecimalele sale pot fi notate de către o mașină."[6]

Nicio mașină existentă nu oferea un model relevant. „Calculatoarele" erau, ca întotdeauna, oamenii. Aproape toate calculele din lume erau încă efectuate prin actul de a scrie semne pe hârtie. Turing avea o mașină informatică drept punct de pornire: mașina de scris. Pe când era un elev de unsprezece ani, trimis la internat, își imaginase cum ar fi să inventeze una. „Cerculețele nostime", le-a scris părinților săi, „sunt litere săpate pe o față a unei baghete mobile, care face să treacă cercul Ⓐ de-a lungul unui tampon de cerneală și imprimă litera".[7] Desigur, o mașină de scris nu este automată; e mai mult o unealtă decât o mașină. Ea nu face să curgă un șuvoi de limbaj pe pagină; mai degrabă, pagina își schimbă poziția spațiu cu spațiu sub ciocănele, care înscriu caracterele unul după altul. Cu acest model în minte, Turing și-a imaginat un alt tip de mașină, de absolută puritate și simplitate. Imaginară fiind, nu era grevată de toate detaliile necesare în lumea reală, precum blueprint, specificații inginerești sau o cerere de patentare. Ca și Babbage, Turing intenționa ca mașina lui să calculeze numere, însă el nu trebuia să-și facă griji din pricina limitărilor impuse de fier și alamă. Turing nu a plănuit niciodată să construiască mașina sa.

El a făcut o listă cu cele câteva componente pe care trebuia să le posede mașina lui: bandă, simboluri și stări. Fiecare dintre acestea avea nevoie de o definiție.

Banda este, în maşina lui Turing, ceea ce este hârtia la o maşină de scris. Dar, în vreme ce o maşină de scris utilizează două dimensiuni ale hârtiei sale, maşina foloseşte numai una – astfel, o bandă, o panglică lungă, împărţită în pătrate. „În aritmetica elementară se foloseşte uneori caracterul bidimensional", a scris el. „Dar o astfel de utilizare este întotdeauna evitabilă şi cred că se va accepta ideea că bidimensionalitatea hârtiei nu este esenţială în calcul."[8] Banda trebuie concepută ca infinită: întotdeauna mai rămâne destulă atunci când e nevoie. Dar numai un pătrat este „în maşină" la un moment dat. Banda (sau maşina) se poate deplasa spre stânga ori spre dreapta, către pătratul următor.

Simbolurile pot fi scrise pe bandă, câte unul în fiecare pătrat. Câte simboluri pot fi utilizate? Aceasta necesita ceva gândire, în special pentru a fi sigur că numărul era finit. Turing a remarcat că – cel puţin în limbile europene – cuvintele se comportau ca nişte simboluri individuale. Chineza, a spus el, „încearcă să aibă o infinitate numărabilă de simboluri". Numerele arabe pot fi considerate, la rândul lor, infinite, dacă 17 şi 999 999 999 999 999 erau tratate fiecare ca un singur simbol, însă el prefera să le trateze ca pe nişte compuşi: „Este întotdeauna posibil să utilizezi succesiuni de simboluri în locul unor simboluri singulare". De fapt, conformându-se spiritului minimalist al maşinii, el a preferat un minimum absolut de două simboluri: notaţia binară, zero şi unu. Simbolurile urmau să fie nu numai scrise, ci şi citite de pe bandă – „scanate" era cuvântul folosit de Turing. În realitate, firește, nicio tehnologie nu putea încă să scaneze simboluri scrise pe hârtie şi să le reintroducă în maşină, dar existau echivalente: de exemplu, cartelele perforate, atunci folosite la tabularea maşinilor. Turing a mai specificat o limitaţie: maşina era „conştientă"

(numai cuvântul antropomorfic ar fi cel potrivit) de un singur simbol de fiecare dată – cel de pe pătratul aflat în maşină.

Stările necesitau mai multe explicaţii. Turing a folosit cuvântul „configuraţii" şi a indicat că acestea semănau cu „stările de spirit". Maşina avea doar câteva dintre acestea – un număr finit. În orice stare dată, maşina execută una sau mai multe acţiuni, în funcţie de simbolul curent. De exemplu, într-o stare *a*, maşina poate să se mute cu un pătrat spre dreapta dacă simbolul curent este 1, să se mute cu un pătrat la stânga dacă simbolul curent este 0 sau să printeze 1 dacă simbolul curent este blanc. În starea *b*, maşina poate să şteargă simbolul curent. În starea *c*, dacă simbolul este 0 sau 1, maşina poate să se mute la dreapta şi să se oprească. După fiecare acţiune, maşina termină într-o nouă stare, care poate fi aceeaşi sau una diferită. Diferitele stări utilizate pentru un anumit calcul erau stocate pe un tabel – cum urma să fie manevrat din punct de vedere fizic nu avea importanţă. Tabelul de stări era, de fapt, setul de instrucţiuni ale maşinii.

Şi asta era tot.

Turing *programa* maşina lui, deşi încă nu folosea acest cuvânt. Din acţiunile primitive – mutare, printare, ştergere, schimbare de stare şi oprire – erau construite procese mai ample, care erau utilizate iar şi iar: „copierea unor şiruri de simboluri, compararea şirurilor, ştergerea tuturor simbolurilor de o anumită formă etc.". Maşina putea să vadă un singur simbol de fiecare dată, dar putea, de fapt, să utilizeze părţi din bandă pentru a stoca temporar informaţie. După cum a spus Turing, „unele dintre simbolurile notate . . .sunt numai note grosiere care «să asiste memoria»". Desfăşurându-se la orizont şi mai departe, banda furnizează o memorie fără limite. În acest fel, toată aritmetica se află în câmpul de percepţie al maşinii. Turing a arătat cum să se adune o pereche de nume-

re – cu alte cuvinte, a scris tabelul necesar de stări. A arătat cum să fie făcută maşina să printeze (la nesfârşit) reprezentarea binară a lui π. A petrecut un timp considerabil să elaboreze ceea ce maşina putea să facă şi cum ar urma să ducă la îndeplinire diferite sarcini. A demonstrat că această scurtă listă acoperă tot ceea ce o persoană face atunci când calculează un număr. Nu era nevoie de nicio altă cunoaştere sau intuiţie. Orice este calculabil poate fi calculat de această maşină.

Apoi, urma artificiul final. Maşinile lui Turing, reduse la un tabel finit de stări şi un set finit de intrări, puteau fi ele însele reprezentate ca numere. Fiecare tabel de stări posibil, combinat cu banda sa iniţială, reprezintă o maşină diferită. Fiecare maşină în sine, deci, poate fi descrisă de un anumit număr – un anumit tabel de stări combinat cu banda sa iniţială. Turing codifica maşinile sale aşa cum Gödel codificase limbajul logicii simbolice. Aceasta ştergea distincţia dintre date şi instrucţiuni: în final, toate erau numere. Pentru fiecare număr calculabil, trebuia să existe un număr de maşină corespunzător.

Turing a creat (tot cu ochiul minţii) o versiune a maşinii care putea să simuleze orice altă maşină posibilă – orice computer digital. A numit această maşină *U*, de la „universal" şi matematicienii utilizează cu drag denumirea *U* până în zilele noastre. Aceasta ia numerele de maşină ca input. Adică, citeşte descripţiile altor maşini de pe banda sa – algoritmii şi inputurile acestora. Nu contează cât de complex poate să ajungă un computer digital, descripţia sa încă poate fi codificată pe bandă pentru a fi citită de *U*. Dacă o problemă poate fi rezolvată de orice computer digital – codificată în simboluri şi rezolvată algoritmic –, maşina universală poate să o rezolve la fel de bine.

Acum, microscopul este întors către sine. Maşina Turing se apucă să examineze fiecare număr ca să vadă dacă el cores-

punde unui algoritm calculabil. Unele se vor dovedi calculabile. Unele s-ar putea dovedi necalculabile. Şi mai există o a treia posibilitate, aceea care l-a interesat pe Turing cel mai mult. Unii algortimi pot să sfideze inspectorul, determinând maşina să meargă înainte, efectuând treaba ei enigmatică, fără să ajungă la un punct final, fără să se repete în mod evident şi lăsându-l pe observatorul logic veşnic neştiutor dacă *s-ar putea* opri.

De acum, argumentarea lui Turing, aşa cum a fost publicată în 1936, devine o capodoperă noduroasă de definiţii recursive, simboluri inventate să reprezinte alte simboluri, numere desemnând alte numere, tabele de stări, algoritmi, maşini. Tipărită, arăta cam aşa:

> Combinând maşinile $\mathcal{D}$ şi $\mathcal{U}$, am putea construi o maşină $\mathcal{M}$ care să compună secvenţa β'. Maşina $\mathcal{D}$ poate să solicite o bandă. Putem presupune că ea utilizează E-pătratele dincolo de toate simbolurile de pe F-pătrate şi că, atunci când a ajuns la un verdict, toată munca grea făcută de către $\mathcal{D}$ este ştearsă. . . .
>
> Putem arăta mai departe că *nu poate exista nicio maşină* $\mathcal{E}$ *care, atunci când este aplicată unei maşini arbitrare* $\mathcal{M}$, va determina dacă $\mathcal{M}$ va printa vreodată un simbol dat (să spunem 0).

Puţini au putut să priceapă. Părea paradoxal – *este* paradoxal –, dar Turing a demonstrat că unele numere sunt necalculabile. (De fapt, majoritatea sunt.)

De asemenea, deoarece fiecare număr corespunde unei propoziţii codificate a logicii sau matematicii, Turing a rezolvat întrebarea lui Hilbert privind chestiunea dacă fiecare propoziţie este decidabilă. El a dovedit că *Entscheidungsproblem* are un răspuns şi că acesta este nu. Un număr necalculabil este, de fapt, o propoziţie indecidabilă.

Astfel, computerul lui Turing – o maşină fantezistă, abstractă, pe deplin imaginară – l-a condus la o demonstraţie paralelă

cu aceea a lui Gödel. Turing a mers mai departe decât Gödel, definind conceptul general de sistem formal. Orice procedură mecanică de generare a unor formule este, în esență, o mașină Turing. *Orice* sistem formal, prin urmare, trebuie să conțină formule indecidabile. Matematica nu este decidabilă, incompletitudinea decurge din incalculabilitate.

Încă o dată, paradoxurile apar atunci când numerele dobândesc puterea de a codifica propriul comportament al mașinii. Aceasta este necesara răsucire recursivă. Entitatea calculată este, în mod fatal, întrepătrunsă cu entitatea ce face calculul. După cum a spus mult mai târziu Douglas Hofstadter, „lucrul depinde de a-l face pe acest inspector ce dă semnalul de oprire să încerce să prezică propriul comportament atunci când se privește pe sine încercând să prezică propriul comportament atunci când se privește pe sine încercând să prezică propriul său comportament atunci când . . .".[9] O ghicitoare care cel puțin avea același parfum tocmai apăruse și în fizică: noul principiu de incertitudine al lui Werner Heisenberg. Când Turing a aflat despre acesta, l-a exprimat în termeni de autoreferință: „A devenit un obicei în știință să se presupună că dacă totul ar fi știut despre Univers în fiecare moment determinat, atunci putem prezice ce va fi în viitor. . . . Știința mai modernă a ajuns însă la concluzia că, atunci când avem de-a face cu atomi și electroni, suntem cu totul incapabili să știm starea lor exactă; instrumentele noastre fiind ele însele făcute din atomi și electroni".[10]

Trecuse un secol între Mașina Analitică a lui Babbage și Mașina Universală a lui Turing – o născocire măreață și greoaie și o elegantă abstracțiune ireală. Turing nici măcar nu a încercat vreodată să fie un mașinist. „Vă puteți imagina un funcționar harnic și sârguincios, bine aprovizionat cu hârtie de scris, urmând neobosit instrucțiunile", după cum remarca

peste ani matematicianul și logicianul Herbert Enderton.[11] Ca și Ada Lovelace, Turing era un programator, privind înăuntru către logica pas cu pas a propriei sale minți. Se imagina pe sine ca pe un computer. El distila proceduri mentale în cele mai mici părți constitutive ale lor, atomii procesării informației.

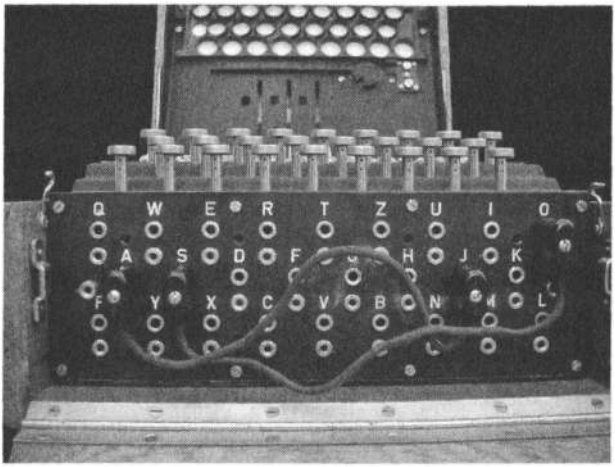
Alan Turing și Claude Shannon aveau în comun codurile. Turing a codificat instrucțiuni ca numere. El a codificat numere zecimale ca șiruri de zero și unu. Shannon a făcut coduri pentru gene și cromozomi, relee și comutatoare. Amândoi au aplicat inventivitatea lor în cartografierea unui set de obiecte asupra altuia: operatori logici și circuite electrice; funcții algebrice și instrucțiuni pentru mașini. Jocul cu simboluri și ideea de *mapping* – de cartografiere, în sensul de a găsi o corespondență riguroasă între două mulțimi, avea un loc proeminent în arsenalele lor mentale. Acest gen de codificare nu avea menirea să întunece, ci să ilumineze: să descopere că merele și portocalele erau, la urma urmei, echivalente sau, dacă nu echivalente, atunci fungibile. Războiul i-a condus pe cei doi bărbați la criptografie, în formele ei cele mai enigmatice.

Mama lui Turing l-a întrebat adeseori la ce folosea matematica lui, iar el i-a spus, încă din 1936, că descoperise o posibilă aplicație: „o mulțime de coduri speciale și interesante". El a mai spus: „Mă aștept să le pot vinde Guvernului Maiestății Sale pentru o sumă destul de substanțială, dar mă cam îndoiesc de moralitatea unor astfel de lucruri".[12] Într-adevăr, o mașină Turing putea *să creeze* cifruri. Dar s-a dovedit că Guvernul Maiestății Sale avea o problemă diferită. Cum războiul se întrezărea la orizont, sarcina de a citi mesajele interceptate din traficul german pe cablu și fără fir a revenit Școlii Guvernamentale de Coduri și Cifruri, inițial în subordinea

Amiralității, cu un personal compus din lingviști, funcționari și dactilografe, dar nu și matematicieni. Turing a fost recrutat în vara lui 1938. Când Școala de Coduri și Cifruri a fost evacuată din Londra și mutată la Bletchley Park, într-un conac din Buckinghamshire, el s-a dus acolo cu o echipă care mai includea câțiva campioni la șah și dezlegarea de cuvinte încrucișate. Era clar, de-acum, că școala limbilor clasice avea de adus o contribuție minoră în criptoanaliză.

Sistemul german, numit Enigma, folosea un cifru polialfabetic implementat într-o mașină rotativă de mărimea unei valize, cu o tastatură de tipul celei de la mașina de scris și beculețe de semnalizare. Cifrul era o dezvoltare a unui strămoș celebru, cifrul Vigenère, socotit imposibil de spart până când Charles Babbage l-a spart în 1854, iar intuiția matematică a lui Babbage le-a fost de ajutor celor de la Bletchley, după cum a fost și munca criptografilor polonezi, care avuseseră primii ani grei de experiență cu traficul de semnale al Wehrmachtului. Lucrând într-o crescătorie de iepuri, cunoscută sub denumirea de Baraca 8, Turing a preluat conducerea teoretică și a rezolvat problema, nu numai din punct de vedere matematic, ci și fizic.

Aceasta însemna să se construiască o mașină care să inverseze încifrarea oricărui număr de mașini Enigma. Dacă prima sa mașină era o fantasmă de bandă ipotetică, aceasta, poreclită Bomba, umplea 27 de metri pătrați cu o tonă de fire și metal unsuros care cartografia efectiv rotoarele dispozitivului german în circuite electrice. Triumful științific de la Bletchley – secret pe durata războiului și încă treizeci de ani după aceea – a avut un și mai mare efect asupra deznodământului decât însuși Proiectul Manhattan, bomba reală. La sfârșitul războiului, bombele Turing descifrau zilnic mii de interceptări militare:



O maşină Enigma

altfel spus, procesa informaţii pe o scară nemaivăzută până atunci.

Deşi nici unul dintre aceste subiecte nu a fost discutat de Turing şi Shannon când se întâlneau să ia masa la Bell Labs, ei au vorbit indirect despre o idee a lui Turing legată de cum să se măsoare toată această *chestie*. Îi urmărise pe analişti cântărind mesajele ce treceau pe la Bletchley, unele incerte, altele contradictorii, observase cum aceştia încercau să evalueze probabilitatea unui anumit fapt – o setare specială a maşinii Enigma sau locaţia unui submarin. A simţit că era acolo ceva de măsurat matematic. Nu era probabilitatea care, în mod tradiţional, ar fi fost exprimată ca un raport de şanse (de genul trei la două) sau un număr de la zero la unu (cum ar fi 0,6 sau 60%). Mai degrabă, Turing era preocupat de datele care îşi *schimbau* probabilitatea: un factor de probabilitate, ceva de genul greutăţii evidenţei. El a inventat o unitate, pe care a

numit-o „ban" – oprire sau interdicție. I s-a părut convenabil să utilizeze o scară logaritmică, astfel încât „banii" să fie adunați, nu înmulțiți. În baza zece, un „ban" reprezenta cantitatea de evidență necesară pentru a face un fapt de zece ori mai probabil. Pentru măsurători mai fine erau „decibani" și „centibani".

Shannon avea o idee mergând pe linii asemănătoare.

Lucrând în vechiul cartier general din West Village, a descoperit idei teoretice despre criptografie care l-au ajutat să focalizeze visul împărtășit lui Vannevar Bush: „analiza unor proprietăți fundamentale ale sistemelor generale de transmitere a informațiilor". Pe toată perioada războiului, a urmat două căi paralele, arătându-le superiorilor săi munca de criptografie și ținând restul în taină. Tăinuirea era la ordinea zilei. În domeniul matematicii pure, Shannon a tratat unele din sistemele de încifrare pe care Turing le atacase cu interceptări reale și un masiv hardware – de exemplu, întrebarea specifică privind siguranța criptogramelor Vigenère atunci când „inamicul cunoaște sistemul utilizat".[13] (Germanii foloseau astfel de criptograme, iar britanicii erau inamicul care cunoștea sistemul.) Shannon se referea la cazurile cele mai generale, toate implicând, după cum s-a exprimat el, „informații discrete". Aceasta însemna secvențe de simboluri, alese dintr-un set finit, în principal literele alfabetului, dar și cuvintele unor limbi sau chiar „vorbirea cuantizată", semnale de voce frânte în pachete cu niveluri diferite de amplitudine. Ascunderea acestora însemna să substitui simboluri greșite în locul celor corecte, conform unei proceduri sistematice în care o *cheie* este cunoscută de receptorul mesajului, care o poate folosi ca să inverseze substituțiile. Un sistem sigur funcționează chiar și atunci când inamicul cunoaște procedura, atâta timp cât cheia rămâne secretă.

Spărgătorii de coduri văd un flux de date care arată ca niște gunoaie. Ei vor să afle adevăratul semnal. „Din punctul de vedere al criptoanalistului", nota Shannon, „un sistem secret este aproape identic cu un sistem de comunicație zgomotos".[14] (El și-a redactat raportul, „O teorie matematică a criptografiei", în 1945; a fost imediat clasificat secret.) Se intenționează ca fluxul de date să arate stocastic sau aleatoriu, dar firește că nu este: dacă ar fi fost într-adevăr aleatoriu, semnalul s-ar pierde. Cifrul trebuie să transforme un lucru structurat, limbajul comun, în ceva aparent fără structură. Dar structura este surprinzător de persistentă. Ca să analizeze și să clasifice transformările încifrării, Shannon trebuia să înțeleagă structurile limbii într-un mod pe care savanții – lingviștii, de exemplu – nu-l adoptaseră niciodată. Oricum, lingviștii începuseră să focalizeze disciplina lor asupra structurilor limbii – sistemul de găsit în mijlocul tălăzuirii vagi de forme și sunete. Lingvistul Edward Sapir a scris despre „atomi simbolici", formați de modelele fonetice subiacente ale unei limbi. „Simplele sunete ale vorbirii", a scris el în 1921, „nu sunt faptul esențial al limbii, care se găsește mai curând în clasificare, în structurarea formală. . Limba, ca structură, este pe fața sa interioară tiparul gândirii".[15] *Tiparul gândirii* era foarte rafinat. Dar Shannon avea nevoie să privească limbajul în termeni mai tangibili și calculabili.

Structura, cum o vedea el, este egală *cu redundanța.* În limba comună, redundanța servește drept ajutor pentru înțelegere. În criptoanaliză, aceeași redundanță este călcâiul lui Ahile. Unde se află redundanța? Ca exemplu simplu din limba engleză, oriunde apare litera *q*, *u* care urmează este redundant. (Sau aproape – ar fi integral redundant dacă nu ar exista termeni rari de împrumut, precum *qin* și *Qatar*.) După *q*, este de așteptat un *u*. Nu e nicio surpriză. Nu aduce niciun plus de infor-

mație. După litera *t*, un *h* are un oarecare grad de redundanță, pentru că este litera cu cea mai mare probabilitate să urmeze. Fiecare limbă are o anumită structură statistică, a argumentat Shannon, și, odată cu ea, o anumită redundanță. Să o numim (a sugerat el) *D*. „*D măsoară*, într-un anumit sens, cât de mult un text dintr-o limbă poate fi redus ca lungime fără să se piardă nici o informație."[16]

Shannon estima că limba engleză are o redundanță de aproximativ 50%.* În lipsa unor computere care să proceseze mari cantități de text, nu putea să fie sigur, dar estimarea lui s-a dovedit corectă. Pasaje tipice pot fi scurtate la jumătate fără a se pierde informație. (*If u cn rd ths . . .*)** Cu cele mai simple cifruri timpurii de substituție, această redundanță a furnizat ideea primei slăbiciuni. Edgar Allan Poe știa că, dacă o criptogramă conține mai mulți *z* decât oricare altă literă, atunci probabil *z* este substitutul lui *e*, deoarece *e* este cea mai frecventă literă în engleză. De îndată ce a fost rezolvat *q*, la fel a fost și *u*. Un spărgător de coduri căuta modele recurente care s-ar putea potrivi unor cuvinte sau combinații de litere comune: *the, and, -tion*. Pentru a efectua acest gen de analiză, spărgătorii de coduri aveau nevoie de informații mai bune despre frecvența literelor decât putuseră să obțină Alfred Vail ori Samuel Morse inspectând casetele de litere ale tipografilor și, oricum, cifruri mai inteligente biruiau această slăbiciune, variind constant alfabetul de substituție, astfel încât fiecare literă avea multe substitute posibile. Modelele evidente, recognoscibile s-au dus. Dar atâta timp cât o criptogramă păstra orice urmă de structurare – orice formă de secvențialitate sau regu-

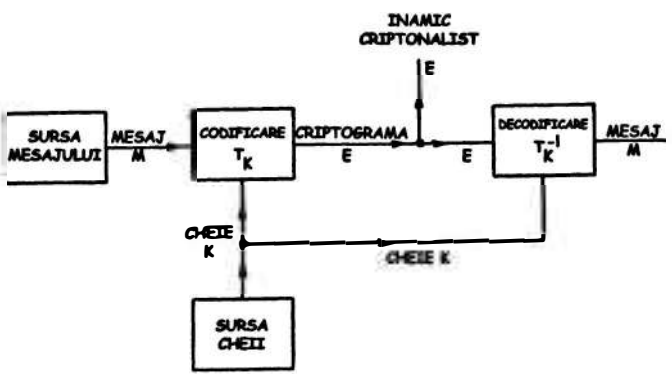
---

* „fără a considera structura statistică la distanțe mai mari de opt litere" (n.a.).

** Vezi n.t. de la pagina 37.

laritate statistică – un matematician putea, în teorie, să găsească o cale de pătrundere.

Ceea ce toate sistemele secrete aveau în comun era utilizarea unei chei: un cuvânt, o frază, o carte întreagă sau chiar ceva şi mai complex, dar, în orice caz, o sursă de caractere, cunoscută atât de către expeditor, cât şi de către destinatar – o cunoştinţă împărtăşită, pe lângă mesajul însuşi. În sistemul german Enigma, cheia era internalizată în hardware şi se modifica zilnic; Bletchley Park trebuia să o redescopere de fiecare dată, experţii săi descoperind structurile de limbaj recent transformate. Între timp, Shanon s-a retras pe cel mai distant, cel mai general, cel mai teoretic punct privilegiat de observaţie. Un sistem secret cuprindea un număr finit (deşi posibil foarte mare) de mesaje posibile, un număr finit de criptograme posibile şi, la mijloc, transformându-le unele în altele, un număr finit de chei, fiecare asociată cu o anumită probabilitate. Aceasta era diagrama lui schematică:



Inamicul şi receptorul încearcă să ajungă la aceeaşi ţintă: mesajul. În acest cadru, în termeni de matematică şi probabilităţi, Shannon a abstractizat total ideea de mesaj faţă de deta-

liile sale fizice. Sunete, unde, toate grijile obişnuite ale inginerului de la Bell Labs – nimic din toate acestea nu conta. Mesajul era văzut ca o alegere: o alternativă selectată dintr-un set. La Old North Church, în noaptea goanei călare a lui Paul Revere, numărul de mesaje posibile era două. Astăzi, numerele sunt aproape incalculabile – dar încă susceptibile de analiză statistică.

Încă neştiind nimic despre experienţa foarte reală şi absolut relevantă a celor de la Bletchley Park, Shannon a construit un edificiu de metode algebrice, teoreme şi demonstraţii care le ofereau criptologilor ceea ce nu avuseseră niciodată: un mod riguros de evaluare a siguranţei oricărui sistem secret. El a stabilit principiile ştiinţifice ale criptografiei. Printre alte lucruri, el a dovedit că cifrurile perfecte erau posibile – „perfecte" însemnând că nici măcar capturarea unui mesaj infinit de lung nu i-ar fi de folos unui spărgător de coduri („inamicul nu se descurcă mai bine după interceptarea oricărei cantităţi de material suplimentar"[17]). Dar, pe cât a dat, a şi luat, deoarece el a mai dovedit şi că cerinţele erau atât de severe încât să le facă practic inutilizabile. Într-un cifru perfect, toate cheile trebuie să aibă aceeaşi probabilitate, de fapt, să fie un flux aleatoriu de caractere; fiecare cheie poate fi utilizată o singură dată; şi, cel mai rău dintre toate, fiecare cheie trebuie să fie la fel de lungă pe cât este şi întregul mesaj.

Tot în raportul lui secret, aproape în trecere, Shannon a folosit o expresie pe care nu o mai întrebuinţase niciodată: „teoria informaţiei".

Mai întâi, Shannon trebuia să elimine „semnificaţia". Ghilimelele germicide îi aparţin. „«Semnificaţia» unui mesaj este în general irelevantă", a propus el cu cu bună dispoziţie.

Venea cu această provocare pentru a-şi face scopul absolut clar. Dacă era să creeze o teorie, Shannon avea nevoie să deturneze cuvântul *informaţie*. „Aici «informaţia»", a scris el, „deşi înrudită cu sensul cotidian al cuvântului, nu trebuie confundată cu el".[18] Ca şi Nyquist şi Hartley înaintea lui, el dorea să lase deoparte „factorii psihologici" şi să se concentreze numai asupra „fizicului". Dar dacă informaţia era separată de conţinutul semantic, ce mai rămânea? Puţine lucruri mai erau de spus şi, la prima vedere, toate sunau paradoxal. Informaţia este incertitudine, surpriză, dificultate şi entropie:

- „Informaţia este strâns asociată cu incertitudinea." Incertitudinea, în schimb, poate fi măsurată calculând numărul de mesaje posibile. Dacă numai un singur mesaj este posibil, nu există incertitudine şi, drept urmare, nicio informaţie.

- Unele mesaje pot fi mai probabile decât altele, iar informaţia implică surpriza. Surpriza este un mod de a vorbi despre probabilităţi. Dacă litera ce urmează după *t* (în engleză) este ***h***, nu se transmite multă informaţie, deoarece probabilitatea lui ***h*** este relativ mare.

- „Semnificativă este dificultatea de a transmite mesajul dintr-un punct în altul." Poate că afirmaţia părea de-a-ndoaselea sau tautologică, ca şi definirea masei în termeni de forţă necesară pentru a muta un obiect. Dar atunci, masa *poate* fi definită în acest mod.

- Informaţia este entropie. Aceasta era ideea cea mai stranie şi cea mai puternică dintre toate. Entropia – deja un concept dificil şi vag înţeles – este o măsură a dezordinii din termodinamică, ştiinţa despre căldură şi energie.

Pe lângă reglarea tirului şi criptografie, Shannon urmărise această învălmăşeală de idei pe toată durata războiului.

Locuind de unul singur într-un apartament din Greenwich Village, rareori socializa cu colegii săi, care lucrau acum îndeosebi în noul sediu central din New Jersey, în vreme ce Shannon prefera vechea măgăoaie de pe West Street. Nu trebuia să dea explicații. Activitatea lui din timpul războiului l-a ferit de serviciul militar și amânarea a continuat și după ce războiul s-a terminat. Bell Labs era o întreprindere riguros masculină, dar în vremuri de război grupul de calcul, îndeosebi, avea mare nevoie de personal competent și a început să

Sediul Bell Laboratories de pe West Street,
cu linia de cale ferată suspendată trecând prin clădire.

angajeze femei, printre care şi Betty Moore, care crescuse în Staten Island. Era ca o hazna pentru dactilografe licenţiate în matematică, a crezut ea. După un an, a fost promovată în grupul de cercetare a microundelor, în fosta clădire Nabisco – „fabrica de pişcoturi" – de pe West Street, peste drum de clădirea principală. Grupul proiecta tuburi electronice la etajul al doilea şi le fabrica la primul etaj, şi Claude hoinărea pe acolo cât putea de des, în vizită la ea. El şi Betty au fost să fie împreună din 1948 şi s-au căsătorit la începutul lui 1949. Tocmai atunci el era savantul despre care vorbea toată lumea.

Puţine librării vindeau *The Bell System Technical Journal*, astfel încât cercetătorii au aflat despre „O teorie matematică a comunicării" pe calea tradiţională, din gură în gură, şi au făcut rost de copii tot pe calea tradiţională, scriind direct autorului pentru a-i solicita câte un extras din revistă. Mulţi savanţi utilizau cărţi poştale preimprimate pentru astfel de cereri, şi acestea au sosit în volum tot mai mare de-a lungul anului următor. Nu oricine înţelegea lucrarea. Matematica era dificilă pentru mulţi ingineri, iar matematicienilor le lipsea contextul ingineresc. Însă Warren Weaver, directorul de ştiinţe naturale al fundaţiei Rockefeller din centrul oraşului, îi spunea deja preşedintelui său că Shannon făcuse pentru teoria comunicării „ceea ce Gibbs făcuse pentru chimia fizică".[19] În timpul războiului, Weaver fusese şeful Departamentului Guvernamental de Matematică Aplicată, supervizând proiectul de reglare a tirului, precum şi activitatea incipientă în domeniul maşinilor electronice de calcul. În 1949, el a scris în *American Scientific* un eseu laudativ şi nu prea tehnic despre teoria lui Shannon şi, spre sfârşitul anului, cele două materiale – eseul lui Weaver şi monografia lui Shannon – au fost publicate împreună într-o carte, acum intitulată cu un mai măreţ prim cuvânt *The Mathematical Theory of Communication*. În opinia lui John

Robinson Pierce, inginerul de la Bell Labs care urmărise gestația simultană a tranzistorului și a lucrării lui Shannon, cea din urmă „a picat ca o bombă și, întru câtva, ca o bombă cu acțiune întârziată".[20]

Profanul ar fi spus că problema fundamentală a comunicării este a te face înțeles – prin transmiterea de informație. Shannon a montat un decor diferit:

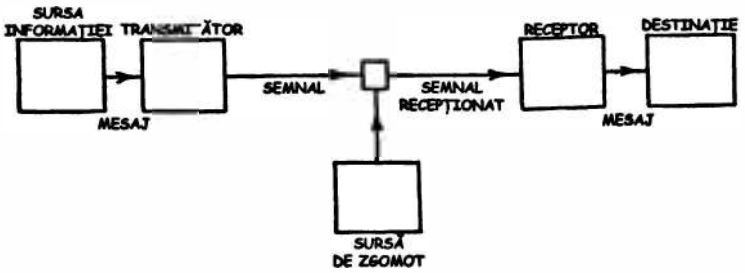
> Problema fundamentală a comunicării este aceea a reproducerii într-un punct fie cu exactitate, fie cu aproximație, a unui mesaj selectat într-un alt punct.[21]

„Punct" era un cuvânt ales cu grijă: originea și destinația unui mesaj puteau să fie separate în spațiu sau în timp; stocarea informației, cum ar fi pe un disc de fonograf, contează ca act de comunicare. Deocamdată, mesajul nu este creat; este selectat. Este o alegere. Poate fi o carte scoasă dintr-un pachet de cărți de joc, trei cifre zecimale alese din mii de posibilități sau o combinație de cuvinte dintr-o carte de coduri. Cu greu ar fi putut să omită cu totul semnificația, așa că a îmbrăcat-o într-o definiție savantă, după care i-a arătat ușa:

> Frecvent, mesajele au *semnificație*: adică ele se referă la ori sunt corelate cu un sistem ce conține anumite entități fizice sau conceptuale. Aceste aspecte semantice sunt irelevante pentru problema inginerească.

Cu toate acestea, după cum Weaver s-a străduit să explice, aceasta nu era o viziune îngustă asupra comunicării. Dimpotrivă, era atotcuprinzătoare: „nu numai discurs scris sau oral, ci, de asemenea, artele vizuale, teatrul, baletul și, de fapt, întregul comportament uman". Și inuman, deopotrivă: de ce mașinile nu ar avea un mesaj de transmis?

Modelul de comunicare al lui Shannon prezintă o diagramă simplă – în esență, aceeași diagramă, nu prin coincidență, din lucrarea lui secretă de criptografie.



Un sistem de comunicație trebuie să conțină următoarele elemente:

- Sursa informației este persoana sau mașina care generează mesajul, care poate fi o simplă succesiune de caractere, ca în cazul telegrafului sau al teletipului, ori poate fi exprimată matematic sub formă de funcții – $f(x, y, t)$ – de timp și alte variabile. În exemplul complex al televiziunii în culori, componentele sunt trei funcții într-un continuum tridimensional, nota Shannon.
- Transmițătorul „operează asupra mesajului într-un anumit fel" – altfel spus, *codifică* mesajul – pentru a produce un semnal adecvat. Un telefon convertește presiunea sunetului într-un curent electric analog. Un telegraf codifică diferitele caractere în puncte, liniuțe și spații. Mesajele mai complexe pot fi probate, comprimate, cuantizate și suprapuse.
- Canalul: „simplu spus, mediul utilizat pentru transmiterea semnalului".

- Receptorul inversează operaţia transmiţătorului. El decodifică mesajul sau îl reconstruieşte din semnal.
- Destinaţia este „persoana (sau lucrul)" de la capătul celălalt.

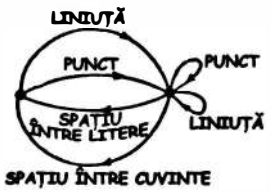
În cazul vorbirii obişnuite, aceste elemente sunt creierul vorbitorului, coardele vocale ale vorbitorului, aerul, urechea ascultătorului şi creierul celui care ascultă.

La fel de proeminentă ca şi celelalte elemente din diagrama lui Shannon – deoarece este inevitabilă pentru un inginer – este o căsuţă numită „sursa de zgomot". Aceasta acoperă tot ceea ce corupe semnalul, în mod previzibil sau imprevizibil: adaosuri nedorite, pure erori, perturbări aleatorii, „atmosferice" statice, interferenţe şi distorsiuni. O familie neregulată în orice situaţie, iar Shannon avea două tipuri diferite de sisteme care să se ocupe de formele ei, unul continuu şi altul discret. Într-un sistem discret, mesajul şi semnalul iau forma unor simboluri individuale detaşate, precum caractere, cifre sau puncte şi liniuţe. Telegrafia neopunând rezistenţă, sistemele continue de unde şi funcţii erau acelea cu care inginerii de electricitate se confruntau zilnic. Orice inginer, dacă i se cerea să propulseze mai multă informaţie printr-un canal, ştia ce are de făcut: să mărească puterea. Pe distanţe lungi, totuşi, această abordare eşua, deoarece amplificarea unui semnal iar şi iar conduce la o acumulare paralizantă de zgomot.

Shannon a ocolit această problemă tratând fiecare semnal ca pe o înşiruire de simboluri discrete. Acum, în loc să mărească puterea, un expeditor putea să biruie zgomotul folosind simboluri suplimentare pentru corectarea erorilor – aşa cum un toboşar african se face înţeles la mari distanţe nu bătând toba mai tare, ci prin extinderea verbozităţii discursului său. Shannon a considerat cazul discret ca fiind, totodată, mai fun-

damental şi în sens matematic. Şi el a mai avut în vedere încă o idee: aceea că tratarea mesajului ca pe unul discret avea aplicaţii nu doar în comunicarea tradiţională, ci şi pentru un subdomeniu recent şi destul de ezoteric, teoria maşinilor de calcul.

Aşa că s-a întors la telegraf. Analizat cu precizie, telegraful nu utiliza un limbaj cu două simboluri, punct şi liniuţă. În lumea reală, telegrafiştii foloseau punctul (o unitate de „linie închisă" şi o unitate de „linie deschisă"), liniuţa (trei unităţi, să spunem, de linie închisă şi o unitate de linie deschisă) şi, de asemenea, două spaţii distincte: un spaţiu de literă (de regulă trei unităţi de linie deschisă) şi un spaţiu mai lung ce separa cuvintele (şase unităţi de linie deschisă). Aceste patru simboluri aveau statute şi probabilităţi inegale. De exemplu, un spaţiu nu poate să urmeze niciodată altui spaţiu, pe când un punct sau o liniuţă poate să urmeze după orice. Shannon a exprimat aceasta în termeni de *stări*. Sistemul avea două stări: într-una dintre ele, un spaţiu era simbolul precedent şi numai un punct sau o liniuţă sunt permise, apoi starea se modifică; în cealaltă, orice simbol este permis, iar starea se modifică numai dacă se transmite un spaţiu. El a ilustrat aceasta printr-un grafic:



Sistemul binar de codificare nu era nici pe departe simplu. Cu toate acestea, Shannon a arătat cum să se derive ecuaţiile corecte pentru conţinutul de informaţie şi capacitatea canalului. Şi mai important, el s-a concentrat asupra efectului struc-

turii statistice a limbajului în care este formulat mesajul. Însăşi existenţa acestei structuri – mai marea frecvenţă a lui *e* faţă de *q*, a lui *th* faţă de *xp*, şi aşa mai departe – permite economia de timp sau de capacitate a canalului.

> Aceasta se face deja într-o măsură limitată în telegrafie, prin utilizarea celei mai scurte secvenţe pe canal, un punct, pentru cea mai frecventă literă englezească, E; în vreme ce literele cu frecvenţă redusă, Q, X, Z sunt reprezentate prin secvenţe mai lungi de puncte şi liniuţe. Ideea este dusă chiar mai departe în anumite coduri comerciale, în care cuvintele şi frazele comune sunt reprezentate prin grupuri codificate de patru sau cinci litere, asigurând o economie considerabilă a timpului mediu. Telegramele standardizate de felicitări şi ocazii aniversare acum în uz extind aceasta până la punctul codificării unei fraze sau două într-o secvenţă relativ scurtă de numere.[22]

Pentru a clarifica structura mesajului, Shannon s-a orientat spre unele metodologii şi limbajul fizicii proceselor stocastice, de la mişcarea browniană până la dinamica stelară. (El a citat o lucrare de referinţă din 1943 a astrofizicianului Subrahmanyan Chandrasekhar, publicată în *Reviews of Modern Physics*.[23]) Un proces stocastic nu este nici determinist (evenimentul următor poate fi calculat cu certitudine), nici aleatoriu (evenimentul următor este total liber). Este guvernat de un set de probabilităţi. Fiecare eveniment are o probabilitate care depinde de starea sistemului şi poate, de asemenea, de istoria sa anterioară. Dacă în loc de *eveniment* substituim *simbol*, atunci un limbaj natural scris, precum engleza sau chineza, este un proces stocastic. Aşa este şi vorbirea digitalizată; aşa este semnalul de televiziune.

Privind şi mai adânc, Shannon a examinat structura statistică având în vedere cât de mult dintr-un mesaj influenţează

probabilitatea simbolului următor. Răspunsul ar putea fi zero: fiecare simbol are propria sa probabilitate, dar nu depinde de ceea ce a fost înaintea lui. Acesta este cazul de ordinul întâi. În cazul de ordinul al doilea, probabilitatea fiecărui simbol depinde de simbolul imediat anterior, dar de niciun altul. Apoi, fiecare combinație de câte două caractere, sau digramă, are propria sa probabilitate: *th* mai mare decât *xp*, în engleză. În cazul de ordinul al treilea, se consideră trigramele și așa mai departe. Dincolo de acestea, în textul obișnuit, are sens să se caute la nivelul cuvintelor mai degrabă decât la nivelul caracterelor și multe tipuri de fapte statistice intră în joc. Imediat după cuvântul *galben*, unele cuvinte au o mai mare probabilitate decât în mod obișnuit, iar altele, una practic egală cu zero. După cuvântul *an* [un, o], cuvintele care încep cu consoane devin excepțional de rare. Dacă litera *u* încheie un cuvânt, cuvântul este probabil *you* [tu]. Dacă două litere consecutive sunt identice, ele sunt probabil *ll*, *ee*, *ss* sau *oo*. Și structura se poate extinde pe mare distanță: într-un mesaj care conține cuvântul *cow* – vacă, chiar dacă intervin multe alte caractere, este relativ probabil ca termenul *cow* să reapară. La fel și cuvântul *horse* – cal. Un mesaj, a văzut Shannon, se poate comporta ca un sistem dinamic, al cărui traseu viitor este condiționat de istoria sa trecută.

Pentru a ilustra diferențele dintre aceste diferite ordine de structură, el a scris – a calculat, de fapt – o serie de „aproximații" ale unui text englezesc. A folosit un alfabet de douăzeci și șapte de caractere, literele plus un spațiu între cuvinte, și a generat șiruri de caractere cu ajutorul unui tabel de numere aleatorii. (Pe acestea le-a extras dintr-o carte recent publicată în vederea acestui scop la Cambridge University Press: 100 000 de cifre pentru trei șilingi și nouă pence, iar autorii „ofereau o garanție a dispunerii aleatorii".)[25] Chiar și cu numerele ale-

atorii prefurnizate, elaborarea secvențelor cerea multă osteneală. Mostrele de text arătau cam așa:

- „Aproximație de ordinul zero" – altfel spus, caractere aleatorii, fără structură și corelații.

XFOML RXKHRJFFJUJ ZLPWCFWKCYJ
FFJEYVKCQSGHYD QPAAMKBZAACIBZLHJQD.

- Ordinul întâi – fiecare caracter este independent față de restul, dar frecvențele sunt cele de așteptat în engleză: mai multe *e*-uri și *t*-uri, mai puține *z*-uri și *f*-uri, iar lungimea cuvintelor arată ca în realitate.

OCRO HLI RGWR NMIELWIS EU LL NBNESEBYA
TH EEI ALHENHTTPA OOBTTVA NAH BRL.

- Ordinul al doilea – frecvențele fiecărui caracter sunt potrivite englezei și, la fel, frecvențele fiecărei digrame sau perechi de litere. (Shannon a găsit statisticile necesare în tabelele elaborate pentru uzul lor de către spărgătorii de coduri. Cea mai comună digramă în engleză este *th*, cu o frecvență de 168 la mia de cuvinte, urmată de *he*, *an*, *re* și *er*. Doar câteva digrame au frecvența zero.)[25]

ON IE ANTSOUTINYS ARE T INCTORE ST BE S DEAMY ACHIN
D ILONASIVE TUCOOWE AT TEASONARE FUSO TIZIN ANDY
TOBESEACE CTISBE.

- Ordinul al treilea – structură de trigrame.

IN NO IST LAT WHEY CRATICT FROURE BIRS GROCID
PONDENOME OF DEMONSTURES OF THE REPTAGIN IS
REGOACTIONA OF CRE.

- Aproximaţie a cuvintelor de ordinul întâi.

REPRESENTING AND SPEEDILY IS AN GOOD APT OR COME CAN
DIFFERENT NATURAL HERE HE THE A IN CAME THE TO OF TO
EXPERT GRAY COME TO FURNISHES THE LINE MESSAGE HAD
BE THESE.

- Aproximaţie a cuvintelor de ordinul al doilea – acum perechi de cuvinte apar în frecvenţa aşteptată, astfel încât nu vedem perechi de genul „a in" sau „to of".

THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH
WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS
THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS THAT
THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM FOR AN
UNEXPECTED.

Aceste secvenţe „seamănă" din ce în ce mai mult cu engleza. Mai puţin subiectiv, rezultă că dactilografele le pot reproduce cu viteză sporită – o altă indicaţie a modalităţilor în care oamenii internalizează inconştient structura statistică a unei limbi.

Shannon ar fi putut să producă aproximaţii mai departe, dacă ar fi avut la dispoziţie timp suficient, dar munca presupusă ar fi devenit enormă. Ideea era să reprezinte un mesaj drept rezultat al unui proces care genera evenimente cu pro-

babilităţi discrete. Apoi, ce se putea spune despre cantitatea de informaţie sau rata cu care este generată informaţia? Pentru fiecare eveniment, alegerile posibile ale fiecăruia au o probabilitate cunoscută (reprezentată sub forma p_1, p_2, p_3, şi aşa mai departe). Shannon voia să definească măsura informaţiei (reprezentată prin H) ca măsură a incertitudinii: „legată de cât de multă «alegere» este implicată în selectarea evenimentului sau de cât de nesiguri suntem în ceea ce priveşte rezultatul".[26] Probabilităţile pot fi identice sau diferite, dar, în general, mai multe alegeri înseamnă mai multă incertitudine – mai multă informaţie. Alegerile pot fi descompuse în alegeri succesive, cu propriile lor probabilităţi, iar probabilităţile trebuie să fie aditive; de exemplu, probabilitatea unei anumite digrame ar trebuie să fie o sumă ponderată a probabilităţilor simbolurilor individuale. Atunci când aceste probabilităţi erau egale, cantitatea de informaţie transmisă de fiecare simbol era simplu logaritmul numărului de simboluri posibile – formula lui Nyquist şi Hartely:

$$H = n \log s$$

Pentru cazul mai apropiat de realitate, Shannon a obţinut o soluţie elegantă a problemei cum să se măsoare informaţia ca o funcţie de probabilităţi – o ecuaţie care însuma probabilităţile cu o ponderare logaritmică (baza 2 era cea mai convenabilă). Este logaritmul mediu al improbabilităţii mesajului; de fapt, o măsură a imprevizibilului:

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i$$

unde p_i este probabilitatea fiecărui mesaj. El a declarat că vom vedea iar şi iar acest lucru: cantităţile de această formă

„joacă un rol central în teoria informației ca măsuri ale informației, alegerii și incertitudinii". Într-adevăr, H este omniprezent, convențional numit entropia unui mesaj, entropia Shannon sau, simplu, informația.

Era necesară o nouă unitate de măsură. Shannon a spus: „Unitățile ce rezultă pot fi numite *binary digits* – cifre binare sau, mai pe scurt, *bits* – biți".[27] Fiind cea mai redusă cantitate de informație posibilă, un bit reprezintă cantitatea de incertitudine care există în datul cu banul. Aruncarea monedei deschide alegerea între două posibilități de probabilitate egală: în acest caz, p_1 și p_2 sunt, fiecare, egale cu ½ ; logaritmul în baza 2 de ½ este −1; așadar H = 1 bit. Un singur caracter ales la întâmplare dintr-un alfabet de 32 de semne transmite mai multă informație: 5 biți, mai exact, pentru că există 32 de mesaje posibile, iar logaritm de 32 este 5. Un șir de 1000 de astfel de caractere transportă 5 000 de biți – nu numai prin simplă înmulțire, ci deoarece cantitatea de informație reprezintă cantitatea de incertitudine: numărul de alegeri posibile. Cu 1 000 de caractere dintr-un alfabet de 32 de semne, există 32^{1000} de mesaje posibile, iar logaritmul acelui număr este 5 000.

Aici este locul în care structura statistică a limbajelor naturale reintră în cadru. Dacă mesajul de o mie de caractere este cunoscut ca fiind un text în engleză, numărul mesajelor posibile este mai mic – *mult* mai mic. Analizând corelațiile de până la opt litere, Shannon estima că engleza are o redundanță de aproximativ 50 de procente: că fiecare nou caracter al unui mesaj transmite nu 5 biți, ci numai 2,3. Privind efectele statistice de rază mai lungă, la nivel de propoziții și paragrafe, el a ridicat estimarea sa la 75 de procente – avertizând, totuși, că astfel de estimări devin „tot mai dezordonate și mai nesigure și depind tot mai critic de tipul de text implicat".[28] Un mod de măsurare a redundanței era grosier de empiric: se dă un test

psihologic unui subiect uman. Această metodă „exploatează faptul că oricine vorbește o limbă posedă, implicit, o enormă cunoaștere a statisticilor limbii".

> Familiaritatea cu cuvintele, idiomurile, clișeele și gramatica îi dă posibilitatea să umple literele lipsă sau incorecte în probele de citire ori să completeze o frază neterminată în conversație.

Putea să fi spus „ea", deoarece, în realitate, subiectul testat de el era soția lui, Betty. El a scos din bibliotecă o carte (era un roman polițist de Raymond Chandler, *Pickup on Noon Street*), a pus degetul pe un scurt pasaj ales la întîmplare și i-a cerut lui Betty să înceapă să ghicească litera, apoi următoarea literă, apoi următoarea. Cu cât vedea mai mult din text, desigur, erau mai mari șansele să ghicească corect. După „O MICĂ LAMPĂ DREPTUNGHIULARĂ DE CITIT DE PE", ea nu a nimerit următoarea literă. Dar, odată ce a știut că este D, nu a avut nicio dificultate să găsească următoarele trei litere. Shannon a remarcat: „Erorile, după cum era de așteptat, au loc mult mai frecvent la începutul cuvintelor și silabelor unde cursul gândirii are mai multe posibilități de a se întrerupe".

Cuantificând predictibilitatea și redundanța în acest fel este o cale de-a-ndoaselea de măsurare a conținutului informațional. Dacă o literă poate fi ghicită din cea de dinainte, este redundantă; în măsura în care este redundantă, ea nu furnizează nici o informație nouă. Dacă engleza este în proporție de 75% redundantă, atunci un mesaj de o mie de litere în engleză transportă numai 25% din informația transmisă de unul de o mie de litere alese la întâmplare. Oricât ar suna de paradoxal, mesajele aleatorii transportă *mai multă* informație. Implicația era că textul într-o limbă naturală ar putea fi codificat mai eficient pentru transmisie sau stocare.

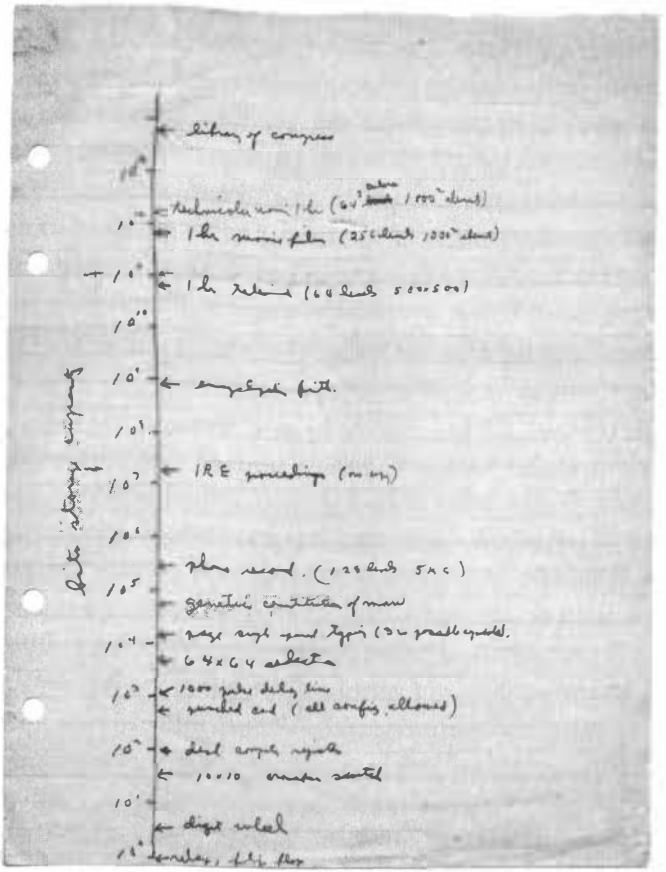
Shannon a prezentat un mod de a face acest lucru, un algoritm care exploatează probabilităţile variabile ale diferitelor simboluri. Şi el a furnizat un pachet uluitor de rezultate fundamentale. Unul era o formulă pentru capacitatea canalului, limita absolută de viteză a oricărui canal de comunicaţie (acum cunoscută simplu drept limita Shannon). Un altul era descoperirea faptului că, în această limită, trebuie întotdeauna să fie posibilă elaborarea unor scheme de corecţie a erorilor care vor birui orice nivel de zgomot. Expeditorul poate fi nevoit să aloce tot mai mulţi biţi corectării erorilor, făcând transmisia din ce în ce mai lentă, dar mesajul va trece în cele din urmă. Shannon nu a arătat cum se proiectează astfel de scheme; el doar a dovedit că era posibil, prin aceasta inspirând o viitoare ramură a informaticii. „Să faci şansa de eroare oricât de mică doreşti? Nimeni nu s-a gândit la aşa ceva", îşi amintea, peste nişte ani, colegul său, Robert Fano. „Cum a avut acea inspiraţie, cum a ajuns să creadă un asemenea lucru, nu ştiu. Dar aproape toată teoria modernă a comunicării se bazează pe acea lucrare."[29] Fie că se reduce redundanţa pentru a spori eficienţa, fie că se adaugă redundanţă pentru a permite corectarea erorilor, codificarea depinde de cunoaşterea structurii statistice a limbajului pentru a se face codificarea. Informaţia nu poate fi separată de probabilităţi. În mod fundamental, un bit este întotdeauna o aruncare cu banul.

Dacă cele două feţe ale monedei erau un mod de reprezentare a unui bit, Shannon a oferit şi un exemplu mai practic de hardware:

> Un dispozitiv cu două poziţii stabile, precum un releu sau un circuit flip-flop, poate să stocheze un bit de informaţie. *N* astfel de dispozitive pot să stocheze *N* biţi, de vreme ce numărul total de stări posibile este 2^N şi $\log_2 2^N = N$.

Shannon văzuse dispozitive – combinații de relee, de exemplu – care puteau să stocheze sute, chiar mii de biți. Părea foarte mult. Pe când își finisa redactarea, s-a rătăcit într-o zi în biroul unui coleg de la Bell Labs, William Shockley, un englez de vreo treizeci de ani. Shockley făcea parte dintr-un grup de fizica solidelor care lucra la niște alternative ale tuburilor cu vid pentru electronică, iar pe biroul lui se găsea un mic prototip, o bucată de cristal semiconductor. „Este un amplificator în stare solidă", i-a spus Shockley lui Shannon.[30] În acel moment încă nu avea un nume.

Într-o zi din vara lui 1949, înainte să apară versiunea în volum a *Teoriei matematice a comunicării*, Shannon a luat un creion și o foaie de blocnotes, a tras o linie de sus până jos și a scris puterile lui zece de la 10^0 la 10^{13}. A botezat această axă „capacitate de stocare a biților".[31] A început să listeze niște itemi despre care s-ar putea spune că „depozitează" informație. Un disc cu cifre, de genul folosit într-o mașină de adunat de birou – cu zece cifre zecimale – reprezintă puțin peste 3 biți. Sub 10^3 biți, a scris „cartele perforate (toate configurațiile permise)". La 10^4, a pus „pagină dactilografiată la un rând (32 de simboluri posibile)". Lângă 10^5, a scris ceva neconvențional: „constituția genetică a omului". Nu exista niciun precedent real pentru așa ceva în gândirea științifică de atunci. James D. Watson era un student la Zoologie de douăzeci și unu de ani, din Indiana; descoperirea structurii moleculei de ADN urma să se realizeze peste mulți ani. Aceasta a fost prima dată când cineva sugera că genomul era un depozit de informații măsurabile în biți. Bănuiala lui Shannon era una modestă, scăzută cu cel puțin patru ordine de mărime. El credea că un „disc audio (128 de niveluri)" conținea mai multă informație: cam



300 000 de biți. La nivelul de 10 milioane situa o masivă revistă profesională (*Lucrările Institutului Inginerilor de Radiofonie*) și la 1 miliard *Encyclopaedia Britannica*. Estima o oră de transmisie televizată la 10^{11} biți și o oră de „film multicolor" la peste un trilion. În cele din urmă, chiar sub notația în creion a puterii 10^{14}, 100 de trilioane de biți, a pus cea mai mare acumulare de informație la care se putea gândi: Biblioteca Congresului.

8 | COTITURA INFORMATICĂ

(COMPONENTA DE BAZĂ ÎN CONSTRUCȚIA UNEI MINȚI)

Este probabil periculos să se utilizeze această teorie a informației în domenii pentru care nu a fost concepută, dar cred că pericolul nu-i va împiedica pe oameni să facă uz de ea.[1]

– J. C. R. Licklider (1950)

Majoritatea teoriilor matematice se configurează lent; teoria informației a lui Shannon s-a născut precum Atena, pe deplin formată. Totuși, cărticica lui Shannon și Weaver a atras în mică măsură atenția atunci când a apărut, în 1949. Prima recenzie a venit din partea unui matematician, Joseph L. Doob, care s-a plâns că era mai mult „sugestivă" decât matematică – „și nu este întotdeauna clar dacă intențiile matematice ale autorului sunt onorabile".[2] O revistă de biologie spunea: „La prima vedere, s-ar părea că aceasta este în primul rând o monografie inginerească, având în mică măsură sau deloc aplicații în sfera problemelor umane. În realitate, teoria are unele implicații destul de incitante."[3] *The Philosophical Review* spunea că ar fi o eroare din partea filosofilor să ignore această carte: „Shannon dezvoltă un concept de *informație* care, destul de surprinzător, se dovedește a fi o extensie a conceptului termodinamic de *entropie*".[4] Cea mai stranie recenzie abia dacă se putea numi astfel: cinci paragrafe din *Physics Today – Fizica de azi*, septembrie 1950, semnată de Norbert Wiener, Massachusetts Institute of Technology.

Wiener începea cu o istorioară uşor condescendentă:

> Acum vreo cincisprezece ani, un foarte strălucit tânăr student s-a adresat autorităţilor de la MIT cu o idee privind o teorie a comutării electrice dependentă de algebra logicii. Studentul era Claude E. Shannon.

În cartea de faţă (continua Wiener), Shannon, împreună cu Warren Weaver, „a rezumat vederile sale asupra ingineriei comunicării".

Ideea fundamentală dezvoltată de către Shannon, spunea Wiener, „este aceea a cantităţii de informaţie ca entropie negativă". A mai adăugat că el însuşi – „autorul prezentei recenzii" – dezvoltase aceeaşi idee cam în acelaşi timp.

Wiener declara cartea ca fiind o lucrare „ale cărei origini erau independente de propria mea activitate, dar care a fost legată de la început de cercetările mele prin influenţe reciproce, venind din ambele direcţii". El îi menţiona pe „aceia care au încercat să urmeze această analogie în studiul demonului lui Maxwell" şi adăuga că mai rămâneau multe de făcut.

Apoi a sugerat că tratarea limbajului era incompletă fără un mai mare accent pe sistemul nervos uman: „receptarea nervoasă şi transmisia limbajului în creier. Spun aceste lucruri fără urmă de ostilitate critică".

În cele din urmă, Wiener concluzionează cu un paragraf dedicat unei alte cărţi: „propria mea lucrare, *Cybernetics*". Ambele cărţi, spunea el, reprezintă nişte salve de tun inaugurale ale unui domeniu care promite să se dezvolte rapid.

> În cartea mea, mi-am îngăduit privilegiul de autor de a fi mai speculativ şi de-a acoperi o arie mai largă decât au decis să o facă dr. Shannon şi dr. Wiener. . . . Nu e numai loc, ci o categorică nevoie de cărţi diferite.

El şi-a salutat colegii pentru bine făcuta şi independenta lor abordare – a ciberneticii.

Între timp, Shannon redactase deja o scurtă recenzie a cărţii lui Wiener în *Lucrările Institutului Inginerilor Radio*, aducându-i nişte aprecieri ce puteau fi descrise drept palide. Este „o excelentă introducere", a spus el.[5] Exista o mică tensiune între cei doi. Se putea simţi privind lunga notă de subsol care era ataşată paginii de deschidere a părţii consacrate de către Wiener *Teoriei matematice a comunicării*:

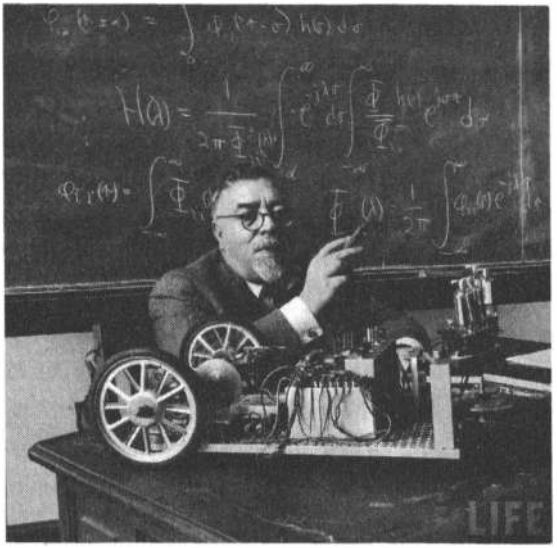
> Însuşi dr. Shannon a subliniat că teoria comunicării datorează mult profesorului Norbert Wiener pentru cea mai mare parte a filosofiei sale de bază. Profesorul Wiener, pe de altă parte, arată că mare parte din activitatea timpurie a lui Shannon privind comutarea şi logica matematică precedă propriul său interes în domeniu; şi adaugă cu generozitate că Shannon merită indubitabil creditul pentru dezvoltarea independentă a unor aspecte atât de fundamentale ale teoriei, precum introducerea ideilor entropice.

Colegul lui Shannon, John Pierce, a scris mai târziu: „Capul lui Wiener era plin de propria sa operă. . . . Oameni competenţi mi-au spus că Wiener, pornind de la ideea greşită că el ştia deja ceea ce făcuse Shannon, nu l-a înţeles de fapt niciodată".[6]

Cibernetica era o invenţie, un viitor termen la modă, un nou domeniu de cercetare, cu pretenţii de mişcare filosofică, pe de-a-ntregul concepută de către acest sclipitor şi penetrant gânditor. Cuvântul pe care l-a luat din greceşte înseamnă *cârmaci*: κυβερνήτης, *kubernites*, din care provine, de asemenea (nu prin coincidenţă), cuvântul *governor* – guvernator.[7] În viziunea lui, cibernetica se dorea a fi un domeniu care să sintetizeze studiul comunicării şi al conducerii, de asemenea, studiul omului şi al maşinii. Norbert Wiener se făcuse cunoscut mai

întâi ca o curiozitate: sportiv, copil minune, impulsionat și promovat de către tatăl său, profesor la Harvard. „Un copilandru care fusese proclamat cu mândrie de către prietenii lui drept cel mai sclipitor băiat din lume", relata *The New York Times* pe prima pagină, atunci când, la paisprezece ani, „va absolvi luna viitoare Tufts College.... Pe lângă faptul că puterea de învățare a lui Norbert Wiener este fenomenală, el este un băiat obișnuit.... Ochii negri strălucitori reprezintă trăsătura lui cea mai izbitoare".[8] Când și-a scris memoriile, a folosit întotdeauna în titluri cuvântul *prodigy* – copil-minune: *Fost copil-minune: copilăria și tinerețea mea* și *Sunt matematician: viața târzie a unui copil-minune.*

După Tufts (¨Matematică), Harvard graduate school (Zoologie), Cornell (Filosofie) și din nou Harvard, Wiener a plecat la Cambridge, Anglia, unde a studiat logica simbolică și *Principia Mathematica* cu însuși Bertrand Russell. Russell nu a fost pe de-a-ntregul fermecat. „A venit un copil-minune, pe nume Wiener, cu doctorat (Harvard), în vârstă de 18 ani", i-a scris unei prietene. „Tânărul a fost adulat și se crede Dumnezeu Atotputernicul – se dă o permanentă bătălie între el și mine pentru a stabili care dintre noi este profesorul."[9] În ceea ce-l privește, Wiener îl detesta pe Russell: „Este un aisberg. Mintea lui impresionează ca o profundă, rece și îngustă mașină logică, tăind universul în pachețele elegante, ce măsoară numai trei inchi pe toate laturile".[10] La întoarcerea în Statele Unite, Wiener a intrat la MIT în 1919, odată cu Vannevar Bush. Când Shannon a ajuns acolo în 1936, a urmat unul dintre cursurile de matematică ale lui Wiener. De îndată ce războiul a început să se profileze, Wiener a fost unul dintre primii care au făcut parte din grupurile ascunse și răsfirate de matematicieni care au lucrat la reglarea tirului antiaerian.



Norbert Wiener (1956)

Era scund şi rubicond, purtând ochelari groşi şi un cioc mefistofelic. În vreme ce munca lui Shannon la comanda tunurilor fora spre semnalul amestecat cu zgomotul, Wiener s-a ţinut aproape de zgomot: fluctuaţii ce roiau în receptorul radar, devieri imprevizibile ale traiectoriilor de zbor. Zgomotul se comporta statistic, a înţeles el, ca şi mişcarea browniană, acea „extrem de vioaie şi total aleatorie mişcare" pe care van Leeuwenhoek o observase la microscopul său în secolul al XVII-lea. Wiener se apucase de o tratare matematică aprofundată a mişcării browniene în anii 1920. Era interesat de pura discontinuitate – nu numai traiectoriile particulelor, ci şi funcţiile matematice păreau să se comporte anormal. Acesta era, după cum a scris el, haosul discret, un termen ce avea să nu fie bine înţeles timp de câteva generaţii. În cadrul proiectului de reglare a tirului, la care Shannon şi-a adus o modestă con-

tribuție lucrând în echipa de la Bell Labs, Wiener și colegii săi au elaborat o legendară monografie de 120 de pagini, secretizată și cunoscută de numai câteva zeci de persoane, cărora le era permis să o vadă sub numele de „Pericolul Galben", datorită culorii coperților și a dificultății tratării ei. Titlul formal era *Extrapolare, interpolare și finisarea șirurilor temporale staționare*. În lucrare, Wiener a elaborat o metodă statistică de predicție a viitorului pornind de la niște date alterate de zgomot, incerte și corupte din trecut. Era ceva prea ambițios pentru mecanismele tunurilor existente, dar el l-a testat pe Analizatorul Diferențial al lui Vannevar Bush. Atât tunul antiaerian, cu militarii aferenți, cât și avionul țintă, cu pilotul său, erau niște hibrizi de om și mașină. Unul trebuia să anticipeze comportamentul celuilalt.

Pe cât de retras era Shannon, pe atât era Wiener de monden. Era un om umblat și poliglot, ambițios și dornic de afirmare socială; lua știința cu patimă, ca pe o chestiune personală. Expresia pe care a dat-o celei de-a doua legi a termodinamicii, de exemplu, era un strigăt patetic:

> Înotăm în amonte, contra unui mare torent de dezordine, care tinde să reducă totul la moartea termică a echilibrului și nediferențierii.... Această moarte termică din fizică are o contraparte în etica lui Kierkegaard, care a arătat că trăim într-un univers moral haotic. În cadrul acestuia, principala noastră obligație este aceea de a stabili enclave arbitrare de ordine și sistem. Precum Regina Roșie, nu putem rămâne locului fără să fugim cât putem de repede.[11]

Era preocupat de locul său în istoria intelectuală și țintea sus. Cibernetica, a scris el în memoriile sale, se ridica la statutul de „nouă interpretare a omului, a cunoașterii universului de către om și a societății".[12] Pe când Shannon se vedea pe sine

ca matematician şi inginer, Wiener se considera în primul rând filosof şi, din activitatea sa la proiectul de reglare a tirului, a extras învăţăminte filosofice despre scop şi comportament. Dacă se defineşte comportamentul în mod inteligent – „orice modificare a unei entităţi în raport cu mediul înconjurător" –, atunci cuvântul se poate aplica în egală măsură maşinilor ca şi animalelor.[13] Comportamentul îndreptat către un scop este intenţional, iar scopul poate fi, uneori, introdus mai degrabă în maşină decât într-un operator uman: de exemplu, în cazul unui mecanism de căutare a ţintei. „Termenul servomecanisme a fost inventat tocmai pentru a desemna maşini cu un comportament intenţional intrinsec." Cheia era controlul sau autoreglarea.

Ca să o analizeze în mod corespunzător, el a împrumutat un termen obscur din ingineria electrică: „feed-back"*, reîntoarcerea energiei din outputul unui circuit înapoi ca input al său. Când feedbackul este pozitiv, ca atunci când sunetul din difuzoare este reamplificat de microfoane, el creşte sălbatic, scăpând de sub orice control. Dar atunci când feedbackul este negativ – precum regulatorul mecanic de presiune al motoarelor cu abur, analizat prima oară de către James Clerk Maxwell –, el poate ghida un sistem către echilibru; el serveşte ca agent de stabilitate. Feedbackul poate să fie mecanic: cu cât regulatorul lui Maxwell se învârteşte mai repede, cu atât braţele sale sunt mai desfăcute şi cu cât braţele se deschid mai mult, cu atât trebuie să se rotească mai lent. Sau poate fi electric. Indiferent cum ar fi, cheia procesului este informaţia. Ceea ce guvernează tunul antiaerian, de exemplu, este informaţia despre coordonatele avionului şi poziţia anterioară a tunului

* Iniţial tradus în româneşte prin „conexiune inversă", treptat termenul englezesc *feedback* a fost adoptat ca atare, fiind prezent în DEX, cu pluralul feedbackuri (n.a.).

însuşi. Prietenul lui Wiener, Bigelow, a subliniat acest aspect: „că nu era un lucru fizic particular, precum energia, lungimea sau voltajul, ci numai informaţie (transmisă prin orice mijloace)".[14]

Feedbackul negativ trebuie să fie omniprezent, după cum simţea Wiener. Îl putea vedea la lucru în coordonarea mâinilor şi a ochilor, ghidând sistemul nervos al unui ins în timp ce efectuează o acţiune atât de comună precum ridicatul unui creion de pe jos. El s-a concentrat îndeosebi asupra tulburărilor neorologice, boli care distrug coordonarea fizică a limbajului. El le-a văzut foarte specific drept cazuri de feedback informaţional care a luat-o razna: diferite forme de ataxie, de exemplu, în care mesajele senzoriale sunt fie întrerupte în cordonul spinal, fie interpretate greşit în cerebel. Analiza lui era detaliată şi matematică, cu ecuaţii – ceva aproape nemaiauzit în neurologie. Între timp, sistemele de control prin feedback se infiltrau în liniile de asamblare din uzine, pentru că un sistem mecanic poate, de asemenea, să-şi modifice propriul comportament. Feedbackul este guvernatorul, cârmaciul.

Astfel, *Cibernetica* a devenit titlul primei cărţi a lui Wiener, publicată în toamna lui 1948 atât în Statele Unite, cât şi în Franţa. Subtitlu: *Control şi comunicare în animal şi maşină*. Cartea este un talmeş-balmeş de idei şi analize şi, spre stupefacţia editorilor săi, a devenit neaşteptatul bestseller al anului. Popularele magazine de ştiri americane, *Time* şi *Newsweek*, i-au acordat o mare atenţie. Wiener şi cibernetica se identificau cu un fenomen ce izbucnea în conştiinţa publică exact în acel moment: maşinile de calcul. Odată cu sfârşitul războiului, un văl fusese ridicat de peste primele proiecte urgente în calculul electronic, în mod special ENIAC, un monstru de treizeci şi două de tone de tuburi cu vid, relee şi cabluri sudate manual, pe o suprafaţă de 24 de metri pătraţi, de la şcoala de inginerie

electrică a Universității din Pennsylvania. Putea să stocheze și să înmulțească până la douăzeci de numere de zece cifre zecimale; armata l-a folosit ca să calculeze tabele de tragere pentru artilerie. Compania International Business Machines, IBM, care furniza mașini cu cartele perforate pentru proiecte militare, a construit, de asemenea, o mașină de calcul gigantică la Harvard, Mark I. În Britania, încă în secret, spărgătorii de coduri de la Bletchley Park se apucaseră să construiască o mașină de calcul cu tuburi de vid, numită Colossus. Alan Turing începea să lucreze la încă una, la Universitatea din Manchester. Când publicul a aflat despre aceste mașini, oamenii s-au gândit în mod firesc la „creiere". Toată lumea punea aceeași întrebare: pot mașinile să gândească?

„Cresc cu înfricoșătoare viteză", declara *Time* în ediția sa de sfârșit de an. „Au început prin a rezolva ecuații matematice cu rapiditatea fulgerului. Acum încep să acționeze ca niște adevărate creiere mecanice."[15] Wiener încuraja speculația, dacă nu imaginația necontrolată;

> Dr. Wiener nu vede niciun motiv pentru care ele nu pot învăța din experiență, precum niște copii monstruoși și precoci, trecând în goană prin școala elementară. Un astfel de creier mecanic, matur pe baza experienței acumulate, ar putea să conducă o întreagă industrie, înlocuind nu numai mecanicii și funcționarii, ci și o mare parte dintre directori. . . .
>
> Pe măsură ce oamenii construiesc mașini de calcul mai bune, explică Wiener, și pe măsură ce ei explorează propriul lor creier, cele două par din ce în ce mai asemănătoare. Omul, crede el, se recreează pe sine, mărit monstruos, spre propriul folos.

Mare parte din succesul cărții sale, așa obscură și dizgrațioasă pe cât era, rezidă în faptul că Wiener repunea mereu accentul asupra omului, nu asupra mașinii. El nu era atât de

preocupat să arunce o lumină asupra naşterii computerelor – cu care, în orice caz, avea legături periferice –, cât de felul în care calculul automat ar putea să arunce o lumină asupra umanităţii. Avea un profund interes, după cum s-a văzut, faţă de înţelegerea tulburărilor mintale; faţă de protezele mecanice şi faţă de dislocările sociale care ar putea să urmeze după apariţia maşinilor inteligente. Era îngrijorat de faptul că aceasta ar putea să devalorizeze creierul omenesc aşa cum maşinismul industrial devalorizase mâna omului.

El a tratat paralelismul dintre om şi maşină într-un capitol intitulat „Maşinile de calcul şi sistemul nervos". Mai întâi, el a făcut o distincţie între două tipuri de maşini de calcul: analogice şi digitale, deşi el nu a folosit aceşti termeni. Primul tip, precum Analizatorul Diferenţial Bush, reprezenta numerele ca măsurători pe o scală continuă; erau maşini analogice. Celălalt tip, pe care el l-a numit maşini numerice, reprezenta numerele direct şi exact, aşa cum făceau calculatoarele de birou. Ideal, aceste dispozitive ar folosi sistemul numeric binar, de dragul simplităţii. Pentru calcule avansate, ar avea nevoie să utilizeze o formă de logică. Ce formă? Shannon răspunsese la această întrebare în teza lui de masterat din 1937, iar Wiener a oferit acelaşi răspuns:

> algebra logicii *par excellence* sau algebra booleană. Acest algoritm, ca şi aritmetica binară, se bazează pe dihotomia, pe alegerea între *da* şi *nu*, alegerea între a fi într-o clasă ori în afara ei.[16]

Creierul, de asemenea, argumenta el, este cel puţin parţial o maşină logică. Pe când computerele folosesc relee – mecanice, electromecanice sau exclusiv electrice –, creierul are neuroni. Aceste celule tind să se afle, la un moment dat, în una din două stări: activi (aprinşi) sau inactivi (în repaus). Astfel

încât pot fi considerați niște relee cu două stări. Ei sunt conectați între ei în vaste rețele, având puncte de contact cunoscute drept sinapse. Ei transmit mesaje. Pentru stocarea mesajelor, creierele posedă memorie: mașinile de calcul, de asemenea, au nevoie de un depozit fizic care poate fi numit memorie. (El știa bine că aceasta era o imagine simplificată a unui sistem complex, că alte tipuri de mesaje, mai curând analogice decât digitale, păreau să fie transmise chimic de către hormoni.) Wiener a mai sugerat că tulburări funcționale de genul „căderilor nervoase" ar putea avea niște rude în electronică. Proiectanții mașinilor de calcul ar putea fi nevoiți să planifice inoportune potopuri de date – poate echivalentul „problemelor de trafic și al supraîncărcării din sistemul nervos".[17]

Creierele și computerele electronice consumă deopotrivă cantități de energie în efectuarea operațiilor lor logice – „toată fiind irosită și disipată sub formă de căldură", care trebuie îndepărtată de sânge sau de aparate de ventilație și răcire. Dar toate acestea sunt dincolo de esența problemei, a spus Wiener. „Informația este informație, nu materie sau energie. Niciun materialism care nu admite acest lucru nu poate supraviețui în prezent."

A urmat o perioadă de febrilitate.

„Ne aflăm din nou într-una dintre acele perioade prodigioase de progres științific – în felul ei asemănătoare cu perioada presocratică"[18], declara aforisticul neurofiziolog cu barbă albă, Warren McCulloch, la o întrunire a filosofilor britanici. Le-a spus că, ascultându-i pe Wiener și von Neumann, îi veneau în minte disputele anticilor. Se născuse o nouă fizică a comunicării, a spus el, iar metafizica nu va mai fi niciodată aceeași: „Pentru prima dată în istoria științei, știm cum știm și, prin

urmare, suntem capabili să o spunem cu claritate". Le-a oferit o erezie: că subiectul cunoscător era o maşină de calcul, creierul fiind compus din relee, poate în număr de zece miliarde, fiecare primind semnale de la alte relee şi trimiţându-le mai departe. Semnalele sunt cuantizate: ele ori au loc ori nu. Aşa că, încă o dată, materia lumii, a spus el, se arată a fi atomii lui Democrit – „indivizibili – cei mai mici – care cad ciocnindu-se în vid".

> Este o lume pentru Heraclit, veşnic „în mişcare". Nu înţeleg doar că fiecare releu este el însuşi momentan distrus şi recreat ca o flacără, ci vreau să spun că el are treabă cu informaţia care picură în el pe multe canale, trece prin el, se amestecă cu el şi iese din nou spre lume.

Faptul că aceste idei se scurgeau peste graniţele disciplinare se datora în mare măsură lui McCulloch, un dinam de eclectism şi fertilizare încrucişată. Curând după război, el a început să organizeze o serie de conferinţe la Beekman Hotel de pe Park Avenue din New York City, cu bani de la Fundaţia „Josiah Macy Jr.", înfiinţată în secolul al XIX-lea de moştenitorii vânătorilor de balene din Nantucket. O cohortă de ştiinţe ajungeau la pubertate în acelaşi timp – aşa-numitele ştiinţe sociale, precum antropologia şi psihologia – căutând un nou fundament matematic; ramuri medicale cu nume hibride, precum neurofiziologia; nu tocmai ştiinţe, precum psihanaliza – iar McCulloch invita experţi din toate aceste domenii, alături de matematică şi inginerie electrică. El a instituit o regulă de tip Arca lui Noe, invitând câte doi din aceeaşi specie, astfel încât vorbitorii să aibă întotdeauna de faţă pe cineva care să le înţeleagă jargonul.[19] Din grupul de bază făceau parte deja celebra specialistă în antropologie Margaret Mead şi pe atunci soţul

ei, Gregory Bateson, psihologii Lawrence K. Frank şi Heinrich Klüver şi acea pereche formidabilă de matematicieni, uneori în relaţii de rivalitate, formată din Wiener şi von Neumann.

Mead, care scria procesele verbale ale conferinţelor în stenograme de necitit pentru nimeni, a spus că şi-a rupt un dinte în surescitarea primei reuniuni şi că nu şi-a dat seama decât după aceea. Wiener le-a spus că toate aceste ştiinţe, îndeosebi ştiinţele sociale, erau, în mod fundamental ‚studiu al comunicării şi că ideea lor unificatoare era *mesajul*.[20] Întrunirile au început cu greoaia denumire de Conferinţa asupra Mecanismelor cu Cauzalitate Circulară şi Feedback în Sistemele Biologice şi Sociale şi apoi, din respect faţă de Wiener, de a cărui recentă faimă se bucurau, au schimbat-o în Conferinţa de Cibernetică. În cadrul conferinţelor, a intrat în obicei folosirea noului, ciudatului şi uşor suspectului termen de *teorie a informaţiei*. Unele discipline se acomodau mai bine decât altele. Nu era nici pe departe clar unde se încadra informaţia în perspectiva fiecăreia dintre ele.

Reuniunea din 22 şi 23 martie 1950 a început conştientă de importanţa ei. „Tema şi grupul au provocat un enorm de mare interes în afară", a spus Ralph Gerard, un neurolog de la şcoala de medicină a Universităţii din Chicago, „aproape la scara unei marote naţionale. S-au publicat articole ample în bine cunoscute reviste ştiinţifice, precum *Time*, *Newsweek* şi *Life*".[21] El se referea, printre altele, la articolul principal din *Time*, din iarna trecută, intitulat „Maşina gânditoare" şi avându-l în centru pe Wiener:

> Profesorul Wiener este o pasăre a furtunii (arată mai degrabă ca un pelican furtunos) în matematică şi teritoriile adiacente. . . . Noile computere mari, a strigat Wiener cu un amestec de alarmă şi triumf, sunt . . . vestitorii unei pe deplin noi ştiinţe a comunicării şi controlului,

pe care prompt a numit-o „cibernetică". Cele mai recente mașini, a subliniat Wiener, au deja o extraordinară asemănare cu creierul omenesc, atât în structură, cât și în funcționalitate. Deocamdată, nu au simțuri sau „efectori" (brațe și picioare), însă de ce nu ar avea?

Era adevărat, spunea Gerard, că domeniul său era profund influențat, prin noi tipuri de gândire, de ingineria comunicării – ajutându-i pe specialiști să gândească un impuls nervos nu doar ca pe un „eveniment fizico-chimic", ci ca pe un semn sau un semnal. Așa că era util să se ia lecții de la „mașinile de calcul și sistemele de comunicații", dar era, pe de altă parte, și periculos.

> A spune, precum o face presa, că, prin urmare, aceste mașini sunt creiere, iar creierii noștri nu sunt nimic altceva decât mașini de calcul, este o blasfemie. La fel de bine s-ar putea spune că telescopul este un ochi sau că un buldozer este un mușchi.[22]

Wiener a simțit că trebuia să-i răspundă. „Nu am putut să previn aceste articole", a spus el, „dar am încercat să conving publicațiile să fie mai reținute. Totuși, nu cred că folosirea în ele a cuvântului «gânditoare» este pe de-a-ntregul blamabilă".[23] *

Scopul principal al lui Gerard era să se discute dacă creierul, cu misterioasa-i arhitectură de neuroni, arbori ramificați de dendrite și interconexiuni complexe, viețuind într-o supă chimică, poate fi descris în mod adecvat ca fiind analogic sau digital. Gregory Bateson l-a întrerupt imediat: lui această dis-

---

* După cum remarcă Jean-Pierre Dupuy: „Era, în fond, o situație întru totul obișnuită, în care savanții îi condamnă pe nonsavanți pentru că le iau spusele în serios. După ce au sădit în conștiința publică ideea că mașinile gânditoare erau la o aruncătură de băț, cibemeticienii s-au grăbit să se disocieze de oricine era suficient de credul încât să creadă așa ceva"[24] (n.a.).

tinctie încă i se părea derutantă. Era o problemă fundamentală. Gerard îi datora propria sa înțelegere „educației experte pe care am primit-o aici, în primul rând de la John von Neumann" – care stătea pe un scaun foarte aproape –, însă Gerard a primit oricum o lovitură de cuțit. Analogică este o riglă glisantă, pe care numărul este reprezentat ca distanță; digital este un abac, pe care numeri o bilă sau nu; nu există cale de mijloc. Un reostat – un atenuator de lumină – este analogic; un întrerupător de perete care păcăne aprins sau stins e digital. Undele cerebrale și chimia neurală, a spus Gerard, sunt analogice.[25]

Discuția a continuat. Von Neumann avea multe de spus. Recent elaborase o „teorie a jocurilor", pe care el o vedea efectiv ca pe o matematică a informației incomplete. Și el prelua conducerea în proiectarea arhitecturii noilor computere electronice. El dorea ca mintea mai analogică a grupului să gândească mai abstract – să recunoască faptul că procesele digitale au loc într-o lume dezordonată, continuă, dar sunt, cu toate acestea, digitale. Când un neuron păcăne între două stări posibile – „starea celulei nervoase fără niciun mesaj în ea și starea celulei cu un mesaj în ea" – chimia acestei tranziții poate avea nuanțe intermediare, dar, în scopuri teoretice, nuanțele pot fi ignorate. Într-un creier, a sugerat el, exact așa ca într-un computer alcătuit din tuburi cu vid, „aceste acțiuni discrete sunt, în realitate, simulate pe fundalul proceselor continue".[26] McCulloch tocmai spusese cu eleganță acest lucru într-o nouă lucrare, intitulată „Despre computerele digitale numite creiere": „În această lume pare a fi cel mai bine să tratăm chiar aparente continuități ca pe niște numere ale câtorva pași".[27] Tăcut, în sală se afla noul membru al grupului, Claude Shannon.

Următorul vorbitor a fost J. C. R. Licklider, un expert în vorbire şi sunet de la noul Laborator de Psiho-Acustică de la Harvard, cunoscut de toată lumea drept Lick. Era un alt tânăr om de ştiinţă cu picioarele înfipte în două lumi diferite – în parte psiholog, în parte specialist în inginerie electrică. Mai târziu, în acel an s-a mutat la MIT, unde a înfiinţat un nou departament de psihologie, în cadrul Departamentului de Inginerie Electrică. El lucra la o idee de cuantizare a limbajului – luând undele de vorbire şi reducându-le la cele mai mici cantităţi care puteau fi reproduse de un „circuit flip-flop", un mic dispozitiv construit manual, alcătuit din tuburi cu vid, rezistenţe şi condensatoare în valoare de douăzeci şi cinci de dolari. Era surprinzător – chiar şi pentru nişte oameni obişnuiţi cu păcăniturile şi sâsâielile telefoanelor – cât de mult putea fi redusă vorbirea, rămânând inteligibilă.[28] Shannon a ascultat cu atenţie, nu numai pentru că ştia despre aspectele relevante din ingineria telefoniei, ci pentru că se ocupase de aceste probleme în activitatea lui secretă din timpul războiului privind bătălia din domeniul audio. Wiener a intervenit, şi el, în parte datorită interesului său special faţă de protezele auditive.

Când Licklider a descris o distorsiune ca fiind nici liniară, nici logaritmică, ci „pe jumătate între ele", Wiener l-a întrerupt:

„Ce înseamnă «pe jumătate între»? *X* plus *S* supra *N*?"

Licklider a oftat. „Întotdeauna matematicienii fac asta, luându-mă din scurt pentru afirmaţii inexacte."[29] Dar nu avea nicio problemă cu matematica şi, ulterior, le-a oferit o estimare a cât de multă informaţie – folosind noua terminologie a lui Shannon – putea fi transmisă pe o linie de transmisie, dată fiind o anumită lărgime de bandă (5 000 de cicluri) şi un anumit raport semnal-zgomot (33 de decibeli), numere realiste pentru radioul comercial. „Cred să rezulte că 100 000 de biţi

de informație se pot transmite printr-un astfel de canal de comunicație" – biți pe secundă, voia să spună el. Era un număr uimitor: în comparație, el a calculat raportul vorbirii umane obișnuite astfel: 10 foneme pe secundă, alese dintr-un vocabular de 64 de foneme (2^6, „ca să fie mai ușor" – logaritmul numărului de alegeri este 6), astfel încât rezultă o rată de 60 de biți pe secundă. „Aceasta presupune că fonemele au aceeași probabilitate –"

„Da!", l-a întrerupt Wiener.[30]

„– și desigur că ele nu o au."

Wiener s-a întrebat dacă mai încercase cineva un calcul similar pentru „compresiunea ochiului", în cazul televiziunii. Cât de multă „informație reală" este necesară pentru inteligibilitate? Deși a mai adăugat, în treacăt: „Mă întreb adesea de ce încearcă lumea să se uite la televizor".

Margaret Mead avea de ridicat o problemă diferită. Ea nu voia ca grupul să uite că semnificația poate să existe cu totul separată de foneme și definiții de dicționar. „Dacă vorbiți despre alt gen de informație", a spus ea, „dacă încercați să comunicați faptul că un ins este furios, ce ordin de distorsiune poate fi introdusă pentru a scoate furia din mesaj, pe care, altminteri, l-ar purta exact aceleași cuvinte?"[31]

În acea seară, Shannon a ieșit la rampă. Să nu vă pese de semnificație, a spus el. El a anunțat că deși tema lui era redundanța englezei scrise, el nu avea să fie interesat câtuși de puțin de *semnificație*.

El vorbea despre informație ca despre ceva transmis dintr-un punct în altul: „Ar putea fi, de exemplu, o secvență aleatorie de cifre sau ar putea fi informație pentru o rachetă ghidată sau un semnal de televiziune".[32] Ceea ce conta era că

el avea să reprezinte sursa informației ca pe un proces statistic, generând mesaje cu probabilități variabile. Le-a prezentat fragmentele de text alese la întâmplare pe care le-a folosit în *Teoria matematică a comunicării* – pe care puțini o citiseră – și a descris „experimentul său de predicție", în care subiectul ghicește textul literă cu literă. Le-a spus că engleza are o *entropie* specifică, o cantitate corelată cu redundanța, și că putea să utilizeze aceste experimente ca să calculeze numărul. Ascultătorii erau fascinați – Wiener, în mod deosebit, gândindu-se la propria sa „teorie a predicției".

„Metoda mea are unele paralelisme cu asta", l-a întrerupt Wiener. „Scuze pentru întrerupere."

Exista o diferență de accent între Shannon și Wiener. Pentru Wiener, entropia era o măsură a dezordinii; pentru Shannon, a incertitudinii. Fundamental, din câte își dădeau ei seama, acestea erau identice. Cu cât există mai multă ordine inerentă într-o mostră de text englezesc – ordine sub formă de modele statistice, cunoscute conștient sau inconștient de către vorbitorii limbii –, cu atât există mai multă predictibilitate și, în termenii lui Shannon, cu atât mai puțină informație este transmisă de fiecare literă care urmează. Atunci când subiectul ghicește următoarea literă cu siguranță, aceasta este redundantă, iar apariția literei nu aduce nicio informație. Informația este surpriză.

Ceilalți l-au asaltat cu întrebări despre diferite limbi, diferite stiluri de proză, scrierea ideografică și foneme. Un psiholog a întrebat dacă scriitura de ziar ar arăta diferit, din punct de vedere statistic, în comparație cu opera lui James Joyce. Leonard Savage, un statistician care lucra cu von Neumann, a întrebat cum a ales Shannon o carte pentru testul său: la întâmplare?

„Pur și simplu m-am îndreptat spre bibliotecă și am ales una."

„N-aș spune că a fost la întâmplare, ce ziceți?", a spus Savage. „Exista pericolul ca volumul să fie o carte de inginerie." Shannon nu le-a spus că, în realitate, fusese un roman polițist.[33]

Altcineva a vrut să știe dacă, în opinia lui Shannon, gângurelile unui bebeluș ar fi mai mult sau mai puțin predictibile decât vorbirea unui adult.

„Cred că mai predictibilă", a răspuns el, „dacă ești familiarizat cu bebelușul".

Engleza este, de fapt, o multitudine de limbi diferite – la fel de multe, poate, câți vorbitori de engleză –, fiecare cu statistici diferite. Ea se multiplică, de asemenea, în dialecte artificiale: limbajul logicii simbolice, care este un alfabet restricționat și precis, sau limbajul numit „aeroplaneză", utilizat de turnurile de control și de piloți. Iar limbajul este în flux constant. Heinz von Foerster, un tânăr fizician de la Viena și un adept timpuriu al lui Wittgenstein, s-a întrebat cum gradul de redundanță dintr-o limbă s-ar putea modifica odată cu evoluția limbii și, mai ales, în tranziția de la cultura orală la cea scrisă.

La fel ca și Margaret Mead și alții, Foerster era deranjat de ideea informației fără semnificație. „Eu voiam să numesc tot ceea ce ei numeau teoria informației teoria *semnalului*", a spus el mai târziu, „deoarece informația nu era încă prezentă. Erau «*bip bipuri*», dar numai atât, nicio informație. În momentul în care cineva transformă acel set de semnale în alte semnale pe care creierul nostru le poate înțelege, *atunci* se naște informația – ea nu se află în bipuri."[34] Dar s-a descoperit pe sine gândind despre esența limbajului, istoria sa în spirit și în cultură,

într-un alt mod. La început, a arătat el, nimeni nu este conștient de litere sau de foneme ca unități de bază ale limbii.

> Mă gândesc la vechile texte maya, la hieroglifele egiptenilor sau la tăbliţele sumeriene din prima perioadă. În timpul dezvoltării scrisului, e nevoie de un timp considerabil – sau de un accident – să recunoşti că limba poate fi descompusă în unităţi mai mici decât cuvintele, de exemplu silabe sau litere. Am sentimentul că există un feedback între scriere şi vorbire.[35]

Discuţia i-a schimbat opinia despre rolul central al informaţiei. El a adăugat o notă epigramatică transcrierii sale a celei de-a opta conferinţe: „Informaţia poate fi considerată drept ordine smulsă din dezordine".[36]

Oricât a încercat Shannon să-şi ţină ascultătorii concentraţi asupra definiţiei sale pure, golite de sens a informaţiei, acesta era un grup care nu s-ar fi ţinut la distanţă în mod clar de hăţişurile semantice. Ei au prins rapid ideile esenţiale ale lui Shannon şi s-au rătăcit în speculaţii foarte îndepărtate de ele. „Dacă am putea să cădem de acord în a defini drept informaţie orice modifică probabilităţile sau reduce incertitudinile", a remarcat Alex Bavelas, un psihosociolog, „modificările siguranţei emoţionale ar putea fi văzute foarte uşor în această lumină". Ce-ar fi de spus despre gesturi sau expresii faciale, bătăi pe umăr sau făcut cu ochiul peste masă? Din momentul în care psihologii au asimilat acest mod artificial de gândire despre semnale şi creier, întreaga lor disciplină se afla în pragul unei transformări radicale.

Ralph Gerard, neurologul, şi-a amintit o snoavă. Un străin se află la o petrecere a unor oameni care se cunosc între ei foarte bine. Unul spune „72" şi toată lumea râde. Altul spune „29" şi toţi izbucnesc în hohote de râs. Străinul întreabă ce se întâmplă.

Vecinul îi spune: „Știm multe glume și le-am spus de atâtea ori încât acum ne folosim numai de un număr". Musafirul s-a gândit să încerce și el și, după ce s-au schimbat câteva cuvinte, a spus „63". Reacția a fost anemică. „Ce s-a întâmplat, nu e o glumă?"

„Ba da, este una dintre cele mai bune glume ale noastre, dar nu ați spus-o cum trebuie."[37]

Anul următor, Shannon s-a întors cu un robot. Nu era un robot foarte inteligent, nici nu arăta a ființă vie, dar a impresionat grupul de ciberneticieni. Rezolva labirinturi. L-au numit „șobolanul lui Shannon".

Se deplasa pe roți într-o cutie având o grilă de cinci-pe-cinci pe tăblia superioară. Despărțituri puteau fi amplasate împrejur și între cele douăzeci și cinci de pătrate, pentru alcătuirea unor labirinturi având diferite configurații. Un bold putea fi așezat în orice careu spre a servi drept țintă, iar o vergea cu senzori, acționată de două motorașe, unul pentru est-vest și unul pentru nord-sud, se deplasa în interior. Dedesubt se afla o mulțime de relee electrice, vreo șaptezeci și cinci la număr, interconectate, comutându-se deschis și închis pentru a forma „memoria" robotului. Shannon a apăsat pe comutator și i-a dat drumul.

„Când mașina se stinge", a spus el, „releele uită în esență tot ceea ce știau, astfel încât ele o iau acum de la început, fără nicio cunoaștere a labirintului". Ascultătorii erau vrăjiți. „Vedeți acum degetul explorând labirintul, în urmărirea țintei. Când atinge centrul unui careu, mașina ia o nouă decizie privind noua direcție în care să o apuce." Când mașina se lovește de un zid despărțitor, motoarele o iau în sens invers și releele înregistrează evenimentul. Mașina ia fiecare „decizie" pe baza „cunoașterii" sale anterioare – erau imposibil de evitat aceste

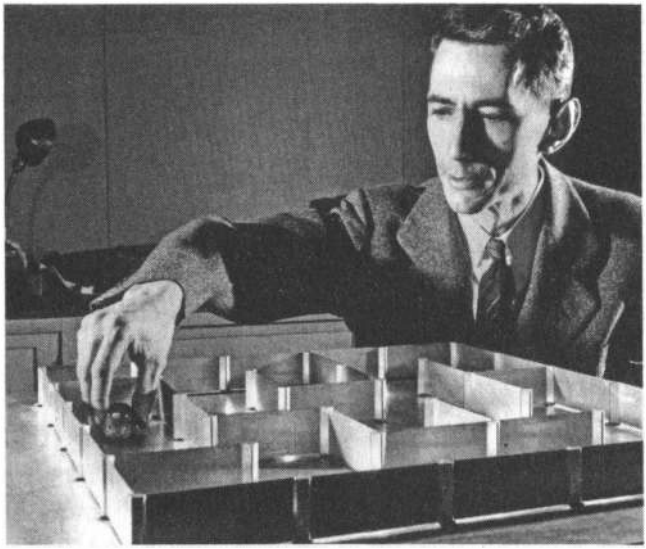
cuvinte psihologice – conform unei strategii proiectate de către Shannon. Străbătea labirintul prin încercare și eroare, intrând pe culoare înfundate și izbindu-se de pereți. În cele din urmă, sub privirile celor de față, șobolanul a găsit ținta, a sunat un clopoțel, s-a aprins un bec și motoarele s-au oprit.[38]

Apoi, Shannon a pus șobolanul înapoi la punctul de start pentru o nouă cursă. De această dată, el s-a dus direct la țintă, fără s-o ia pe căi greșite și fără să se lovească de pereți. „Învățase." Plasat în altă parte, neexplorată, a labirintului, va relua șirul de încercări și erori până când, în cele din urmă, „construiește un model complet de informație și este capabil să atingă ținta direct din orice punct".[39]

Pentru a duce la bun sfârșit explorarea și strategia de căutare a țintei, mașina trebuia să stocheze o cantitate de informație pentru fiecare careu pe care îl vizitase: anume, direcția ultimă în care a părăsit careul. Erau numai patru posibilități – nord, vest, sud, est –, așa că, după cum a explicat Shannon cu grijă, două relee erau atribuite ca memorie pentru fiecare careu. Două relee însemnau doi biți de informație, suficient pentru o alegere din patru alternative, deoarece erau posibile patru stări: închis-închis, închis-deschis, deschis-închis și deschis-deschis.

Apoi, Shannon a rearanjat plăcile despărțitoare, astfel încât vechea soluție nu mai mergea. În acest caz, mașina urma „să orbecăiască" în toate direcțiile până când găsea o nouă soluție. Totuși, uneori o incomodă combinație particulară între memoria anterioară și un nou labirint bloca mașina într-o buclă fără sfârșit. Le-a arătat: „Atunci când ajunge în A, își amintește că vechea soluție spunea să se ducă în B și așa se învârte în cerc, A, B, C, D, A, B, C, D. A stabilit un cerc vicios sau o condiție incantatorie".[40]

„O nevroză!", a spus Ralph Gerard.



Shannon şi labirintul său

Shannon a adăgat un „circuit antinevrotic": un contor, setat să spargă bucla atunci când maşina repeta aceeaşi secvenţă de şase ori. Leonard Savage a văzut că această soluţie era un pic cam facilă. „Nu trebuie nicicum să recunoască faptul că este «psihopat» – doar recunoaşte că a mers prea mult?", a întrebat el. Shannon a încuviinţat.

„Totul este prea uman", a remarcat Lawrence K. Frank.

„George Orwell ar fi trebuit să vadă asta", a spus Henry Brosin, un psihiatru.

O particularitate a modului în care Shannon organizase memoria maşinii – asociind o singură direcţie cu fiecare careu – era aceea că traseul nu putea fi inversat. Odată atinsă ţinta, maşina nu „ştia" cum să se întoarcă la punctul de plecare. Cunoaşterea, aşa cum era, provenea din ceea ce Shannon a numit câmp vectorial, totalitatea celor douăzeci şi cinci de

PROGRAME COPII ŞI
.EANG.

vectori direcționali. „Nu se poate spune de unde vine degetul senzitiv din studiul memoriei sale", a explicat el.

„Ca un om care cunoaște orașul", a spus McCulloch, „astfel încât se poate duce din orice loc în oricare alt loc, dar nu-și amintește întotdeauna pe unde a mers".[41]

Șobolanul lui Shannon se înrudea cu dansatoarea de argint a lui Babbage și cu lebedele și peștii metalici de la Muzeul Mecanic al lui Merlin: automate ce simulau viața. Ele nu au încetat să uimească și să amuze. Zorii erei informatice au adus o întreagă nouă generație de șoareci, cărăbuși și țestoase sintetice, făcute din tuburi cu vid și apoi cu tranzistori. Erau primitive, aproape triviale, după standardele de peste numai câțiva ani. În cazul șobolanului, memoria totală a creaturii se ridica la șaptezeci și cinci de biți. Și totuși, Shannon putea pretinde pe bună dreptate că rezolva o problemă prin încercare și eroare; păstra soluția și o repeta fără erori; integra informații noi din experiența ulterioară; și „uita" soluția atunci când se schimbau împrejurările. Mașina nu doar imita comportamentul unor forme de viață; efectua funcții anterior rezervate numai creierului.

Un critic, Dennis Gabor, un inginer în electricitate maghiar, care a primit ulterior premiul Nobel pentru inventarea holografiei, a reproșat: „În realitate, labirintul își amintește, nu șobolanul".[42] Era adevărat până la un punct. În fond, nu exista niciun șoarece. Releele electrice puteau fi plasate oriunde, și ele păstrau memoria. Ele au devenit, de fapt, un model mintal de labirint – o *teorie* a labirintului.

Statele Unite postbelice nu erau nici pe departe singurul loc în care biologii și neurologii făceau brusc cauză comună cu matematicienii și specialiștii în inginerie electrică – deși

americanii vorbeau câteodată ca şi cum ar fi fost. Wiener, care şi-a relatat oarecum pe larg călătoriile prin alte ţări în introducerea sa la *Cibernetica*, a scris dispreţuitor că, în Anglia, cercetătorii i s-au părut a fi „bine informaţi", dar că nu se făcuseră progrese notabile „în unificarea subiectului şi în împletirea laolaltă a diferitelor direcţii de cercetare".[43] Noi grupuri de savanţi britanici au început să se unifice în replică la teoria informaţiei şi la cibernetică în 1949 – majoritatea tineri, cu experienţă proaspătă în descifrarea codurilor, radar şi reglarea tirului. Una dintre ideile lor a fost să formeze un club de modă englezească – „cu participare restrânsă şi cu activităţi după cină", a propus John Bates, un pionier în electroencefalografie. Aceasta necesita discuţii ample privind nume, reguli de participare, venituri şi însemne. Bates dorea biologi cu înclinaţii spre electricitate şi ingineri de orientare biologică şi a sugerat „cam cincisprezece oameni care avuseseră ideile lui Wiener înainte să fi apărut cartea lui Wiener".[44] S-au întrunit prima oară la subsolul Spitalului Naţional pentru Boli Nervoase din Bloomsbury şi au decis să se numească Ratio Club – denumire însemnând ce dorea fiecare. (Cronicarii lor, Philip Husbands şi Owen Holland, care au luat interviuri multora dintre membrii supravieţuitori, relatează că jumătate pronunţau RAY-she-oh, iar jumătate RAT-ee-oh.)[45] La prima lor întrunire l-au invitat pe Warren McCulloch.

Au discutat nu numai despre înţelegerea creierelor, ci şi despre „proiectarea" lor. Un psihiatru, W. Ross Ashby, a anunţat că lucra la ideea că „un creier constând în sinapse impresionabile, conectate aleatoriu, ar trebui să presupună gradul cerut de ordine ca rezultat al experienţei"[46] – cu alte cuvinte, că mintea este un sistem dinamic cu autoorganizare. Alţii doreau să discute despre modelele de recunoaştere, despre zgomot în sistemul nervos, despre robotul de şah şi posibili-

tatea conştiinţei de sine mecanice. McCulloch s-a exprimat astfel: „Gândiţi-vă la creier ca la un releu telegrafic, care, primind un semnal, emite un alt semnal". Releele parcurseseră o cale lungă de pe vremea lui Morse. „Dintre evenimentele moleculare al creierului, aceste evenimente sunt atomi. Fiecare trece sau nu trece." Unitatea fundamentală este o alegere, şi este binară. „Este ultimul eveniment care poate fi adevărat sau fals."[47]

Au reuşit, de asemenea, să-l atragă pe Alan Turing, care a publicat propriul său manifest cu o frază inaugurală provocatoare – „Propun să analizăm întrebarea: «Pot maşinile să gândească?»" –, urmată de abila recunoaştere a faptului că el va face acest lucru fără a încerca măcar să definească termenii *maşină* şi *gândire*. Ideea lui era să se înlocuiască întrebarea cu un test numit Jocul Imitaţiei, destinat să devină celebrul „Test Turing". În forma sa iniţială, „Jocul Imitaţiei" presupune trei oameni: un bărbat, o femeie şi un interogator. Interogatorul se află într-o cameră alăturată şi pune întrebări (ideal, sugerează Turing, prin intermediul unui „teleprinter care comunică între cele două încăperi"). Interogatorul urmăreşte să determine care este bărbatul şi care este femeia. Unul dintre cei doi – bărbatul, să spunem – urmăreşte să-l păcălească pe interogator, pe când femeia urmăreşte să-l ajute să descopere adevărul. „Cea mai bună strategie pentru ea este, probabil, să dea răspunsuri corecte", sugerează Turing. „Ea poate să adauge lucruri de genul «Eu sunt femeia, nu asculta ce spune el!», dar nu va ajuta la nimic, deoarece bărbatul poate să facă şi el remarci asemănătoare."[48]

Dar ce se întâmplă când întrebarea nu priveşte sexul, ci genul: om sau maşină?

E de la sine înţeles că esenţa condiţiei de om rezidă în „capacităţile intelectuale" ale cuiva; de aici acest joc de mesaje

incorporale, transmise orbește între încăperi. „Nu dorim să penalizăm mașina pentru incapacitatea ei de a străluci în concursuri de frumusețe", spune Turing sec, „nici să penalizăm omul pentru că pierde o cursă contra unui avion". Și nici, din același motiv, pentru lentoarea în calcule matematice. Turing oferă niște întrebări și răspunsuri imaginare.

Întrebare: Vă rog să scrieți un sonet despre Forth Bridge.*

Răspuns: Scutiți-mă de această întrebare. N-am putut niciodată să scriu poezie.

Înainte de a merge mai departe, totuși, el găsește de cuviință să explice ce fel de mașină are în vedere. „Prezentul interes față de «mașinile gântiroare»", notează el, „a fost iscat de un tip particular de mașină, numită de obicei «computer electronic» sau «computer digital»". Aceste dispozitive efectuează activitatea calculatorilor umani, mai rapid și mai sigur. Turing enunță, așa cum Shannon nu a făcut-o, natura și proprietățile computerului digital. John von Neumann făcuse și el acest lucru, construind o mașină succesoare lui ENIAC. Computerul digital cuprinde trei părți: un „depozit de informație", corespunzător memoriei de pe hârtie a calculatorilor umani; o „unitate executivă", care desfășoară operații individuale; și un „control", care conduce o listă de instrucțiuni, asigurând desfășurarea lor în ordinea corectă. Aceste instrucțiuni sunt codificate ca numere. Ele sunt uneori numite „program", explică Turing, iar construirea unei astfel de liste poate fi numită „programare".[49]

Ideea este una veche, spune Turing, și îl citează pe Charles Babbage, pe care îl identifică drept Profesor Lucasian de mate-

* Forth Bridge este un celebru pod de cale ferată din estul Scoției (n.a.).

matică la Cambridge între 1828 și 1839 – odinioară atât de faimos, în prezent aproape uitat. Turing explică faptul că Babbage „avea toate ideile esențiale" și „a plănuit o astfel de mașină, numită Mașina Analitică, dar nu a fost niciodată finalizată". Urma să utilizeze roți și cartele – nimic neavând legătură cu electricitatea. Existența (sau nonexistența, dar cel puțin aproape existența) mașinii lui Babbage îi permite lui Turing să respingă o superstiție pe care o simțea născându-se în spiritul epocii anilor 1950. Oamenii păreau să simtă că magia computerelor digitale este, în esență, electrică; pe de altă parte, sistemul nervos este, de asemenea, electric. Dar Turing se străduiește să conceapă calculul într-un mod universal, ceea ce înseamnă în chip abstract. El știe că nu e vorba nicicum despre electricitate:

> De vreme ce mașina lui Babbage nu era electrică și întrucât toate computerele digitale sunt într-un anumit sens echivalente, vedem că această utilizare a electricității nu poate fi de importanță teoretică. Proprietatea de utilizare a electricității este, astfel, privită ca fiind o asemănare foarte superficială.[50]

Celebrul computer al lui Turing era o mașină făcută din logică: o bandă imaginară, simboluri arbitrare. Dispunea de tot timpul din lume și de o memorie nelimitată și putea să facă totul exprimabil în pași și operații. Putea chiar să judece validitatea unei demonstrații din *Principia Mathematica*. „În cazul în care formula nu este nici demonstrabilă, nici refutabilă, o astfel de mașină cu siguranță nu se comportă într-un mod satisfăcător, pentru că ea continuă să lucreze indefinit fără să producă niciun rezultat, dar acest fapt nu poate fi privit ca fiind foarte diferit de reacția matematicienilor."[51] Așa că Turing a presupus că putea să joace jocul imitației.

Nu putea pretinde să dovedească acest lucru, desigur. El încerca în primul rând să schimbe termenii unei dezbateri pe care o considera, în mare măsură, prostească. El a oferit câteva previziuni pentru următoarea jumătate de secol: că mașinile de calcul vor avea o capacitate de stocare de 10^9 biți (el își imagina câteva computere foarte mari; nu a prevăzut viitorul nostru de omniprezente mici dispozitive de calcul, cu multe ordine de mărime mai mari decât atât); și că ele ar putea fi programate să joace jocul imitației destul de bine cât să-i poată păcăli pe unii interogatori cel puțin câteva minute (adevărat, în această privință).

> Cred că întrebarea originală, «Pot mașinile să gândească?», este prea lipsită de sens pentru a merita să fie discutată. Cu toate acestea, cred că, la sfârșitul secolului, uzanța cuvintelor și opinia generală educată se vor fi modificat atât de mult, încât se va putea vorbi de mașini gânditoare fără a ne aștepta să fim contrazișI.[52]

Nu a apucat să vadă cât de nimerită era profeția lui. În 1952, a fost arestat pentru infracțiunea de homosexualitate, judecat, condamnat, lipsit de asigurarea protecției și supus de autoritățile britanice unui program umilitor și emasculant de injecții cu estrogen. S-a sinucis în 1954.

Până să mai treacă destui ani, puțini au știut despre munca secretă a lui Turing pentru țara lui în cadrul proiectului „Enigma de la Bletchley Park". Ideile sale despre mașinile gânditoare au atras atenția pe ambele maluri ale Atlanticului. Unii cărora ideea li se părea absurdă sau chiar înspăimântătoare i-au cerut opinia lui Shannon; el l-a susținut ferm pe Turing. „Ideea unei mașini gânditoare nu ne repugnă câtuși de puțin tuturor", i-a spus Shannon unui inginer. „De fapt, eu găsesc că ideea conversă, anume că un creier omenesc ar putea fi el

însuşi o maşină ce poate fi duplicată funcţional cu obiecte neînsufleţite, este foarte atrăgătoare." Mai utilă, oricum, decât „emiterea unor ipoteze despre intangibile şi irealizabile «forţe vitale», «suflete» şi altele asemenea".[53]

Informaticienii doreau să ştie ce puteau face maşinile lor. Psihologii voiau să ştie dacă creierii sunt computere – sau poate dacă aceştia sunt *doar* computere. La mijlocul secolului, informaticienii erau specialişti de dată recentă; dar tot astfel erau, în felul lor, şi psihologii.

La jumătatea secolului al XIX-lea, psihologia era muribundă. Dintre toate ştiinţele, întotdeauna fusese cel mai dificil de spus cu exactitate care era obiectul ei de studiu. La origini, obiectul său era sufletul, în opoziţie cu trupul (somatologia) şi sângele (hematologia). „*Psihologia* este o doctrină care cercetează sufletul nostru omenesc şi efectele sale; aceasta este partea fără de care un om nu poate exista"[54], scria James de Back în secolul al XVII-lea. Aproape prin definiţie, totuşi, sufletul era inefabil – un lucru greu de cunoscut. Complicând chestiunea şi mai mult era împletirea (în psihologie ca în niciun alt domeniu) dintre observator şi observat. În 1854, când era mai probabil să fie numită „filosofie mentală", David Brewster se lamenta că niciun alt departament de cunoaştere nu făcuse atât de puţine progrese pe cât „ştiinţa minţii, dacă poate fi numită ştiinţă".

> Văzută ca materială de către un cercetător, ca spirituală de către un altul şi de către alţii misterios compusă ca fiind amândouă, mintea omenească scapă cunoaşterii simţurilor şi raţiunii şi zace la pământ, un câmp de gunoaie cu expunere către nord, unde fiecare amator de speculaţii, aflat în trecere, îşi aruncă tarele sale mintale.[55]

Speculativii în trecere încă mai căutau îndeosebi pe dinăuntru, iar limitele introspecției erau vizibile. În căutare de rigoare, verificabilitate și poate chiar matematizare, cercetătorii minții au virat în direcții radical diferite la începutul secolului XX. Calea lui Sigmund Freud a fost numai una dintre ele. În Statele Unite, William James a construit o disciplină a psihologiei aproape cu o singură mână – profesor ce a ținut primele cursuri universitare, autorul primei cărți cuprinzătoare – și, când totul a fost făcut, și-a ridicat brațele în aer. Propriile sale *Principii de psihologie*, a scris el, erau „o masă dezgustătoare, umflată, tumefiată, îngâmfată și apoasă, dovedind numai două lucruri: întâi, că nu există ceva de genul unei științe a psihologiei și, în al doilea rând, că WJ este un incapabil".[56]

În Rusia, o nouă direcție în psihologie a început cu un fiziolog, Ivan Petrovici Pavlov, cunoscut pentru studiul său, câștigător de Premiu Nobel, asupra digestiei, care a zeflemisit cuvântul *psihologie* și toată terminologia asociată. În stări de spirit mai bune, James considera psihologia drept știința vieții mintale, dar, pentru Pavlov, nu exista niciun fel de minte, ci numai comportament. Stări de spirit, gânduri, emoții, țeluri și scopuri – toate acestea erau intangibile, subiective și inaccesibile. Ele purtau amprenta religiei și a superstiției. Ceea ce James identificase drept teme centrale – „fluxul gândirii", „conștiința de sine", percepția spațiului și a timpului, imaginația, rațiunea și voința – nu aveau loc în laboratorul lui Pavlov. Tot ceea ce savantul putea să observe era comportamentul, și acesta, cel puțin, putea fi înregistrat și măsurat. Behavioriștii*, în

* Termenul behaviorism, de mult adoptat în vocabularul psihologiei de la noi, provine din termenul englezesc *behavior* = „comportament" și denumește acea orientare în psihologia experimentală, dominantă până la jumătatea secolului XX, care se edifică pe postulatul fundamental că singurul aspect riguros observabil și măsurabil care merită și poate fi abordat științific este comportamentul ființelor vii, inclusiv omul – stările interioare fiind excluse ca obscurantiste, întrucât nu pot fi observate decât prin introspecție, repudiată ca pseudometodă științifică, subiectivă, arbitrară și necuantificabilă (n.a.).

special John B. Watson din Statele Unite şi apoi, cel mai celebru, B.F. Skinner, au creat o ştiinţă bazată pe stimul şi reacţie: cocoloaşe de mâncare, clopoţei, şocuri electrice; salivare, apăsare pe manete, fuga prin labirinturi. Watson spunea că întregul scop al psihologiei era să prevadă ce reacţii vor urma unui anumit stimul şi ce stimuli ar putea să provoace un comportament dat. Între stimul şi reacţie se afla o cutie neagră, cunoscută ca fiind alcătuită din organe de simţ, căi neurale şi funcţii motorii, dar în mod fundamental inaccesibile. De fapt, behavioriştii spuneau din nou că sufletul este inefabil. Timp de o jumătate de secol, programul lor de cercetare a înflorit pentru că dădea rezultate în legătură cu condiţionarea reflexelor şi controlul comportamentului.

Behavioriştii spuneau, după cum s-a exprimat psihologul George Miller ceva mai târziu: „Vorbiţi despre memorie; vorbiţi despre anticipaţie; vorbiţi despre sentimentele voastre; vorbiţi despre toate aceste lucruri mentaliste. Sunt vorbe de clacă. Arătaţi-mi unul, indicaţi unul".[57] Ei puteau să înveţe porumbei să joace ping-pong şi şobolani să fugă prin labirinturi. Dar, pe la mijlocul secolului, s-a instalat frustrarea. Puritatea behavioriştilor devenise o dogmă: refuzul lor de a lua în considerare stările de spirit a devenit o cuşcă, iar psihologii încă voiau să înţeleagă ce era mintea.

Teoria informaţiei le-a oferit o cale de acces. Savanţii analizau procesarea informaţiei şi construiau maşini care să facă acest lucru. Maşinile aveau memorie. Ele simulau învăţarea şi urmărirea unor ţinte. Un behaviorist ce fugărea un şobolan printr-un labirint ar fi discutat asociaţia dintre stimul şi reacţie, însă ar fi refuzat să facă speculaţii de orice fel privind *mintea* şobolanului; acum, inginerii construiau modele mintale de şobolani din câteva relee electrice. Ei nu numai că deschideau cutia neagră; îşi făceau propria lor cutie. Semnale erau trans-

mise, codificate, stocate şi recuperate. Modele interne ale lumii externe erau create şi reactualizate. Psihologii au luat notă. Din teoria informaţiei şi din cibernetică, au primit un set de metafore utile şi chiar un cadru conceptual fertil. Şobolanul lui Shannon putea fi privit nu numai ca un model foarte rudimentar al creierului, ci şi ca o teorie a comportamentului. Dintr-odată, psihologii erau liberi să vorbească despre planuri, algoritmi, reguli sintactice. Ei puteau să cerceteze nu doar cum reacţionează fiinţele vii faţă de lumea exterioară, ci şi cum acestea şi-o reprezintă înlăuntrul lor.

Formularea, de către Shannon, a teoriei informaţiei părea să-i invite pe cercetători într-o direcţie pe care el însuşi nu o dorise. El declarase: „Problema fundamentală a comunicării este reproducerea într-un punct, fie cu exactitate, fie cu aproximaţie, a unui mesaj selectat într-un alt punct". Un psiholog cu greu ar fi ratat ocazia de a lua în considerare cazul în care sursa mesajului este lumea exterioară, iar receptorul este mintea.

Ochii şi urechile trebuiau înţelese drept canale pentru mesaje, aşa că de ce să nu fie testate şi măsurate precum camerele de luat vederi şi microfoanele? „Noi concepte ale naturii şi măsurarea informaţiei", a scris Homer Jacobson, un chimist de la Hunter College din New York, „au făcut posibil să se specifice cantitativ capacitatea informaţională a urechii umane", ceea ce el s-a apucat să facă. Apoi, a făcut acelaşi lucru pentru ochi, ajungând la o estimare de patru sute de ori mai mare, în biţi pe secundă. Multe tipuri de experimente mai subtile erau deodată admise de regulile jocului, unele dintre ele fiind direct sugerate de activitatea lui Shannon legată de zgomot şi redundanţă. În 1951, un grup a testat probabilitatea ca ascultătorii să audă corect un cuvânt atunci când ştiau că este unul dintre puţine alternative, în opoziţie cu multe alter-

native. Părea evident, dar nu se făcuse niciodată. Experimentatorii au explorat efectul încercării de a urmări două conversații deodată. Ei au început prin a considera câtă informație conținea un ansamblu de itemi – cifre, litere sau cuvinte – și cât de mult se putea înțelege sau memora. În experimentele standard, cu vorbire, sirene, tastări și bătăi de picior, limbajul stimul-reacție a început să facă loc transmiterii și receptării de informație.[58]

Pentru o scurtă perioadă, cercetătorii au discutat tranziția în mod explicit; ulterior a devenit invizibilă. Donald Broadbent, un psiholog experimentalist britanic, ce explora probleme de atenție și memoria de scurtă durată, a scris despre un experiment din 1958: „Diferența dintre o descriere a rezultatelor în termeni de stimul și reacție și o descriere în termenii teoriei informației devine cât se poate de marcată. . . . Se poate elabora, fără îndoială, o descriere a rezultatelor în termeni de S-R . . .dar o astfel de descriere este grosolană în comparație cu o descriere din perspectiva teoriei informației."[59] Broadbent a înființat o secție de psihologie aplicată la Universitatea Cambridge și a urmat un potop de cercetări, acolo și în alte părți, în domeniul general privind modul în care oamenii tratează informația: efecte ale zgomotului asupra performanței; atenția selectivă și filtrarea percepției; memoria pe termen scurt și lung; modele de recunoaștere; rezolvarea de probleme. Dar cui aparținea logica? Psihologiei sau informaticii? Cu siguranță nu numai filosofiei.

O replică influentă a lui Broadbent în Statele Unite a fost George Miller, care a contribuit la înființarea, în 1960, a Centrului de Studii Cognitive de la Harvard. Era deja celebru datorită unei lucrări publicate în 1956, cu titlul ușor fantezist de „Numărul magic șapte, plus sau minus doi: Unele limite ale capacității noastre de procesare a informației".[60] Șapte

părea să fie numărul de itemi pe care majoritatea oamenilor îi puteau păstra în memoria activă la un moment dat: șapte cifre (numărul telefonic american tipic în acea perioadă), șapte cuvinte sau șapte obiecte prezentate de un psiholog experimentalist. Numărul apărea mereu, susținea Miller, în alte tipuri de experimente. Subiecții de laborator luau mai multe înghițituri de apă cu sare, în concentrații diferite, pentru a se vedea câte niveluri distincte de salinitate pot să deosebească. Li s-a cerut să detecteze diferențe între sunete de tonalități și intensități diferite. Li s-au arătat modele aleatorii de puncte, care apăreau pentru o clipă pe un ecran, și au fost întrebați câte au văzut (sub șapte, aproape întotdeauna știau; peste șapte, aproape întotdeauna aproximau). Într-un fel sau altul, numărul șapte continua să reapară ca un prag. „Acest număr se deghizează într-o varietate de înfățișări", a scris el, „fiind uneori mai mare, alteori mai mic decât de obicei, dar niciodată schimbându-se atât de mult încât să fie de nerecunoscut".

În mod clar, aceasta era o simplificare grosieră de un anumit tip; după cum nota Miller, oamenii pot să identifice oricare din mii de chipuri sau de cuvinte și pot să memoreze lungi șiruri de simboluri. Pentru a vedea ce fel de simplificare, el s-a orientat spre teoria informației și îndeosebi către înțelegerea de către Shannon a informației ca selecție dintre alternative posibile. „Observatorul se consideră a fi un canal de comunicație", a declarat el – o formulare cert scandaloasă pentru behavioriștii care dominau profesia. Informația este transmisă și stocată – informație despre tăria sunetului, salinitate sau număr. El a explicat noțiunea de biți:

> Un bit de informație este cantitatea de informație de care avem nevoie pentru a decide între două alternative de probabilitate egală.

În cazul în care trebuie să decidem dacă un bărbat este mai scund sau mai înalt de doi metri şi dacă ştim că şansele sunt 50-50, atunci avem nevoie de un bit de informaţie. . . .

Doi biţi de informaţie ne dau posibilitatea să decidem asupra uneia dintre patru alternative de probabilitate egală. Trei biţi de informaţie ne permit să decidem asupra uneia din opt alternative de probabilitate egală . . .şi aşa mai departe. Ceea ce înseamnă a spune că, dacă există 32 de alternative de probabilitate egală, trebuie să luăm cinci decizii binare succesive, în valoare de câte un bit fiecare, înainte de a şti care este alternativa corectă. Astfel încât regula generală este simplă: de fiecare dată când numărul de alternative se multiplică de două ori, se adaugă un bit de informaţie.

Numărul magic şapte se află realmente sub trei biţi. Experimente simple au măsurat discriminarea sau capacitatea canalului pe o singură dimensiune; măsurători mai complexe se ivesc din combinaţii de variabile pe dimensiuni multiple – de exemplu, dimensiune, luminozitate şi culoare. Şi oamenii efectuează acte de ceea ce teoreticienii informaţiei numesc „recodificare", grupând informaţia în segmente din ce în ce mai largi – de exemplu, organizând punctele şi liniuţele telegrafice în litere, literele în cuvinte şi cuvintele în fraze. În acel moment, argumentul lui Miller devenise ceva de natura unui manifest. Recodificarea, declara el, „îmi pare a fi însuşi sângele dătător de viaţă al procesului de gândire".

Conceptele şi măsurile furnizate de teoria informaţiei oferă un mod cantitativ de abordare a acestor probleme. Teoria ne furnizează un etalon de calibrare a stimulilor şi de măsurare a performanţei subiecţilor noştri. . . Conceptele informaţionale s-au dovedit deja valoroase în studiul discriminării şi al limbajului; ele promit multe în studiul învăţării şi al memoriei; şi chiar s-a propus ideea că ele pot fi utile în studiul formării conceptelor. O mulţime de întrebări care păreau sterile acum douăzeci sau treizeci de ani pot să merite acum a fi cercetate din nou.

Acesta era începutul mișcării numite „revoluția cognitivă în psihologie", care a pus bazele disciplinei numite „știință cognitivă", combinând psihologia, informatica și filosofia. Privind retrospectiv, unii filosofi au numit acest moment „cotitura informatică". „Aceia care care fac cotitura informatică văd informația ca pe componenta de bază în construcția unei minți", scrie Frederick Adams. „Informația trebuie să contribuie la originea mentalului."[61] După cum îi plăcea chiar lui Miller să spună, mintea a sosit pe spinarea mașinii.[62]

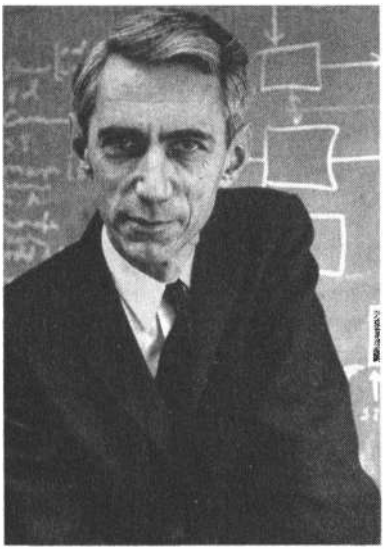
Shannon nu era nici pe departe o figură populară – nu a fost niciodată celebru în rândurile publicului –, dar și-a câștigat o statură emblematică în propriile sale comunități academice și, uneori, ținea conferințe populare despre „informație" la universități și muzee. Explica ideile de bază: cita, ghiduș, din Matei 5:37, „Comunicarea ta să fie: Da, da; Nu, nu: pentru că orice altceva decât acestea vine de la cel rău" ca pe un șablon al noțiunilor de biți și codificare redundantă; și emitea speculații despre viitorul computerelor și al automatelor. „E bine, în concluzie", a spus el la Universitatea din Pennsylvania, „cred că, într-un anumit sens, acest secol va cunoaște un mare avânt și o mare dezvoltare a întregii afaceri cu informații; afacerea culegerii de informații și afacerea transmiterii ei dintr-un punct în altul și, poate cea mai importantă dintre toate, afacerea procesării ei".[63]

Cu psihologi, antropologi, lingviști, economiști și tot felul de specialiști în științe sociale la bordul căruței de muzicanți ai teoriei informației, unii matematicieni și ingineri nu erau în largul lor. Shannon însuși a numit-o căruță cu muzicanți. În 1956, a scris o scurtă notă de avertisment – patru paragrafe: „Colegii noștri savanți din multe domenii diferite, atrași de

fanfară şi de noile bulevarde deschise analizei ştiinţifice, utilizează aceste idei în propriile lor probleme. . . . Deşi acest val de popularitate este, cu siguranţă, plăcut şi incitant pentru aceia dintre noi care lucrează în domeniu, prezintă, în acelaşi timp, şi un element de pericol".[64] În nucleul său dur, teoria informaţiei era o ramură a matematicii, le-a reamintit el. El personal credea că noţiunile ei s-ar putea dovedi utile în alte domenii, dar nu peste tot şi nu cu uşurinţă: „Stabilirea unor astfel de aplicaţii nu este o chestiune trivială de traducere a unor cuvinte într-un nou domeniu, ci mai degrabă lentul şi obositorul proces de emitere a unor ipoteze şi verificarea lor experimentală". În plus, el simţea că munca grea abia începuse în „propria noastră casă". Îndemnul său era: mai multă cercetare şi mai puţină expunere.

Cât despre cibernetică, termenul a început să se ofilească. Ciberneticienii de la Macy au ţinut ultima lor întrunire în 1953, la Nassau Inn din Princeton; Wiener se certase cu mai mulţi membri ai grupului, care abia mai vorbeau cu el. Având misiunea de a trage concluziile, McCulloch a vorbit pe un ton nostalgic. „Consensul nostru nu a fost niciodată unanim", a spus el. „Chiar dacă ar fi fost, nu văd niciun motiv pentru care Dumnezeu ar fi trebuit să fie de acord cu noi."[65]

De-a lungul anilor 1950, Shannon a rămas liderul intelectual al domeniului pe care îl întemeiase. Cercetările sale au produs lucrări dense, împachetate în teoreme, purtând sămânţa unor posibilităţi de dezvoltare şi punând bazele unor arii largi de investigaţie. Ceea ce Marshall McLuhan a denumit ulterior „medium" era, pentru Shannon, canalul, iar canalul se preta unei tratări matematice riguroase. Aplicaţiile erau imediate şi rezultatele fertile: canale de emisie în eter şi canale prin cablu, canale zgomotoase şi tăcute, canale gaussiene, canale cu constrângeri de input şi restrângeri de cost, canale



Claude Shannon (1963)

cu feedback şi canale cu memorie, canale cu utilizatori multipli şi canale cu multiacces. (Atunci când McLuhan anunţa că mediumul este mesajul, era poznaş. Mediumul este atât opus mesajului, cât şi întrepătruns cu el.)

Unul dintre rezultatele esenţiale ale lui Shannon, teorema codificării semnalului, a crescut în importanţă, arătând că operaţiile de corectare a erorilor pot să contracareze efectiv zgomotul şi coruperea semnalului. La început, aceasta era numai o chinuitoare preţiozitate teoretică; corectarea erorilor necesită calcule, care încă nu erau ieftine. Dar, în decursul anilor 1950, elaborarea metodelor de corecţie a erorilor a început să împlinească promisiunile lui Shannon, iar necesitatea lor a devenit vizibilă. O aplicaţie era explorarea spaţiului cu rachete şi sateliţi; acestea aveau nevoie să trimită mesaje la distanţe foarte mari cu o putere limitată. Teoria codificării a devenit o parte

crucială a informaticii, corecția erorilor avansând în paralel cu compresia datelor. Fără ea, modemurile, CD-urile și televiziunea digitală nu ar fi existat. Pentru matematicienii interesați de procesele aleatorii, teoremele codificării sunt, de asemenea, măsuri ale entropiei.

Între timp, Shannon a făcut alte progrese teoretice, care au semănat semințele viitorului computer design – grafica computerizată. O descoperire arăta cum să se maximizeze fluxul într-o rețea cu multe ramificații, în care rețeaua putea fi un canal de comunicație, o cale ferată, o rețea electrică sau conductele de apă. Alta a fost nimerit intitulată „Circuite sigure utilizând relee de ultima speță" (deși, pentru publicare, titlul a fost modificat în „. . .relee mai puțin sigure").[66] El a studiat funcțiile de comutare, teoria ratei de distorsiune, însă zguduiturile seismice care au venit în zorii calculului automat s-au făcut simțite pe larg, iar Shannon a fost implicat, de asemenea, și în acestea.

Nu mai târziu decât în 1948, el a finalizat prima lucrare tratând o problemă despre care el spunea că, „firește, în sine nu are nicio importanță"[67]: cum să se programeze o mașină să joace șah. Alții încercaseră înainte, începând cu secolele al XVIII-lea și al XIX-lea, când diferite automate de șah cutreieraau prin Europa, dovedindu-se adesea că înăuntru erau ascunși niște omuleți. În 1910, matematicianul și bricolerul spaniol Leonardo Torres y Quevedo a construit o mașină de șah reală, pe de-a-ntregul mecanică, numită El Ajedrecista, care putea să joace un final simplu cu trei piese, rege și turn împotriva unui rege.

Shannon a arătat acum că acele computere care efectuează calcule numerice pot fi făcute să joace o întreagă partidă de șah. După cum a explicat el, aceste aparate, „ce conțin mii de tuburi cu vid, relee și alte componente", păstrau numerele în

„memorie" și un proces inteligent de traducere putea face aceste numere să reprezinte pătratele și piesele unei table de șah. Principiile stabilite de el au fost utilizate în orice program de șah de atunci încoace. În acele zile de început ale calculului automat, mulți oameni au presupus de îndată că șahul va fi *rezolvat*: cunoscut pe deplin, în toate dezvoltările și combinațiile sale. Au crezut că un computer electronic rapid ar juca șah perfect, după cum au crezut că va face și prognoze meteo sigure pe termen lung. Shannon a făcut un calcul aproximativ, însă, și a sugerat că numărul partidelor de șah posibile era de peste 10^{120} – un număr care umilește vârsta universului în nanosecunde. Astfel încât computerele nu pot să joace șah prin forță brută; ele trebuie să gândească, după cum socotea Shannon, urmând oarecum liniile de gândire umană.

I-a făcut o vizită campionului american Edward Lasker, în apartamentul acestuia de pe East Twenty-third Street din New York, și Lasker i-a dat unele sugestii de îmbunătățire.[68] Când *Scientific American* a publicat, în 1950, o versiune simplificată a lucrării sale, Shannon nu a rezistat tentației de a pune întrebarea la care se gândea toată lumea: „O mașină jucătoare de șah de acest tip «gândește»?".

> Dintr-un punct de vedere behaviorist, mașina acționează ca și cum ar gândi. Întotdeauna s-a considerat că priceperea la jocul de șah necesită facultatea de a raționa. Dacă privim gândirea ca pe o proprietate a actelor externe mai curând decât a unei metode interne, mașina cu siguranță gândește.

Cu toate acestea, prin 1952, el estima că trei programatori ar avea nevoie de șase luni de muncă pentru a înzestra un computer de mari dimensiuni cu capacitatea de a juca măcar la un nivel acceptabil de amator. „Problema unui jucător de

şah care învaţă este chiar şi mai îndepărtată în viitor decât un tip preprogramat. Metodele care au fost sugerate sunt, în mod evident, extravagant de lente. Maşina s-ar uza înainte de a câştiga o singură partidă."[69] Ideea, totuşi, era să se caute în cât mai multe direcţii posibile a ceea ce putea face un computer destinat unei utilizări generale.

Îşi exersa, totodată, şi latura sa jucăuşă. A proiectat şi chiar a construit o maşină care să efectueze operaţii aritmetice cu cifre romane: de exemplu, IV ori XII fac XLVIII. A botezat-o THROBAC I, un acronim de la Thrifty Roman-numeral Backward-looking Computer – „Computer economic privind retrospectiv către numerele romane". A creat o „maşină de citit gândurile", destinată să joace jocul copilăresc de ghicit par şi impar. Toate aceste zboruri ale fanteziei aveau în comun o extensie a proceselor algoritmice în noi domenii – cartografierea abstractă a ideilor pe obiecte matematice. Mai târziu, a scris mii de cuvinte despre aspectele ştiinţifice ale jongleriei – cu teoreme şi corolare – şi a inserat din memorie un citat din E.E. Cummings: „Un fiu de cătea va inventa o maşină cu care să măsoare primăvara".[70]

În anii 1950, Shannon a încercat, de asemenea, să proiecteze o maşină care să se repare singură. Dacă un releu se defecta, maşina urma să-l localizeze şi să-l înlocuiască.[71] A emis speculaţii privind posibilitatea unei maşini care să se autoreproducă, adunând componente din mediu, pe care să le asambleze. Cei de la Bell Labs erau fericiţi ca el să călătorească şi să conferenţieze pe aceste subiecte, deseori făcând demonstraţii cu maşina lui de învăţat labirinturi, însă auditorii nu erau în totalitate încântaţi. S-a auzit cuvântul „Frankenstein". „Mă întreb dacă voi vă daţi seama de ceea ce faceţi pe-aici", a scris un editorialist din Wyoming.

Ce se întâmplă dacă deschideţi unul dintre aceste computere mecanice, dar uitaţi să-l închideţi înainte să ieşiţi la masă? Ei bine, vă spun eu. Se va întâmpla cu computerele din America acelaşi lucru care s-a petrecut în Australia cu iepurii. Înainte să înmulţiţi voi 701 945 240 cu 879 030 546, fiecare familie din ţară va avea câte un mic computer propriu. . . .

Domnule Shannon, nu vreau să lovesc în experimentele dumneavoastră, dar, cinstit vorbind, eu nu sunt nici pe departe interesat nici măcar de un computer şi voi fi foarte trist dacă o grămadă de aşa ceva va da buzna peste mine ca să înmulţească, să împartă sau ce vor fi ştiind ele mai bine.[72]

Doi ani după ce Shannon ridicase fanionul de avertisment în legătură cu căruţa de muzicanţi, un mai tânăr teoretician al informaţiei, Peter Elias, a publicat o notiţă ce reclama o lucrare intitulată „Teoria informaţiei, fotosinteză şi religie"[73]. Nu a existat, firește, nicio astfel de lucrare. Dar au fost lucrări despre teoria informaţiei, viaţă şi topologie; teoria informaţiei şi fizica distrugerii ţesuturilor; şi sisteme clericale; şi psihofarmacologie; şi interpretarea datelor geografice; şi structura cristalelor; şi melodii. Elias, al cărui tată lucrase ca inginer pentru Edison, era el însuşi un specialist serios – având contribuţii majore la teoria codificării. Nu avea încredere în activitatea mai lejeră, mai facilă şi generatoare de platitudini care se scurgea peste graniţele dintre discipline. Lucrarea tipică, a spus el, „discută surprinzător de clara legătură dintre vocabularul şi cadrul conceptual al teoriei informaţiei şi acela al psihologiei (sau geneticii, lingvisticii, psihiatriei sau organizaţiilor de business). . . . Conceptele de structură, model, entropie, zgomot, transmiţător, receptor şi cod joacă (dacă sunt interpretate corect) un rol central în ambele". El a declarat că aceasta înseamnă furt. „După ce a aşezat disciplina psihologiei pentru prima oară pe o bază ştiinţifică solidă, autorul lasă cu modes-

tie pe seama psihologilor să completeze restul." El le-a sugerat colegilor lui să renunțe la furtișaguri, în favoarea unei vieți de muncă trudnică.

Aceste avertismente din partea lui Shannon și Elias au apărut într-una din tot mai numeroasele noi reviste integral dedicate teoriei informației.

În aceste cercuri, un notoriu cuvânt la modă era *entropia*. Un alt cercetător, Colin Cherry, s-a plâns: „Am auzit de «entropii» ale limbilor, ale sistemelor sociale și economice și de utilizarea termenului în tot felul de studii famelice din lipsă de metodă. E genul de generalitate superficială de care oamenii se agață ca de un pai".[74] El nu a spus, pentru că nu era încă vizibil, că teoria informației începea să modifice cursul fizicii teoretice și al științelor vieții și că entropia era unul dintre motive.

În științele sociale, influența directă a teoreticienilor informației trecuse de culme. Matematica specializată avea din ce în ce mai puțin cu ce să contribuie în psihologie și din ce în ce mai mult în informatică. Dar contribuțiile sale fuseseră reale. Ea catalizase științele sociale și le pregătise pentru noua eră pe cale de-a începe. Munca începuse; cotitura informatică nu mai putea fi dată înapoi.

9 | ENTROPIA ŞI DEMONII SĂI

(NU POŢI SĂ RĂSCOLEŞTI LUCRURILE, FĂCÂNDU-LE SĂ SE DESPARTĂ)

Gândirea interferează cu probabilitatea evenimentelor şi, prin urmare, pe termen lung cu entropia.[1]
– David L. Watson (1930)

Ar fi o exagerare dacă am spune că nimeni nu ştia ce înseamnă *entropia*. Şi totuşi, era unul dintre cuvintele acelea. La Bell Labs, se zvonea că Shannon îl luase de la John von Neumann, care i-a sugerat că, folosindu-l, va câştiga orice dispută, deoarece nimeni nu-i pricepea tâlcul.[2] Neadevărat, însă plauzibil. Cuvântul a început prin a însemna opusul său. Rămâne încă sfâşietor de greu de definit. În mod necaracteristic, *Oxford English Dictionary* punctează:

> 1. Numele dat unuia dintre elementele cantitative care determină condiţia termodinamică a unei porţiuni de materie.

Rudolf Clausius a născocit cuvântul în 1865, în decursul creării ştiinţei termodinamicii. Avea nevoie să numească o anumită cantitate pe care o descoperise – o cantitate legată de energie, dar care nu era energie.

Termodinamica s-a născut mână în mână cu maşinile cu abur; la început, nu era nimic altceva decât „studiul teoretic al motorului cu abur".[3] Avea legătură cu conversia căldurii sau a energiei în lucru mecanic. Pe măsură ce avea loc acest fenomen – căldura acţionează un motor –, Clausius a observat că,

de fapt, căldura nu se pierde; ea doar trece de la un corp mai cald la unul mai rece. În drum, ea realizează ceva. E ca o roată hidraulică, după cum arăta mereu Sadi Carnot din Franța: apa începe din partea de sus a roții și ajunge la fund și niciun strop de apă nu se câștigă și nu se pierde, dar apa efectuează un lucru mecanic curgând de sus în jos. Carnot și-a imaginat căldura exact ca pe o substanță de acest tip. Capacitatea unui sistem termodinamic de a produce lucru mecanic depinde nu de căldura ca atare, ci de contrastul dintre cald și rece. O piatră fierbinte scufundată în apă rece poate să genereze lucru mecanic – de exemplu, scoțând aburi care mișcă o turbină –, dar căldura totală din sistem (piatra plus apă) rămâne constantă. În cele din urmă, piatra și apa ajung la aceeași temperatură. Nu contează câtă energie conține un sistem închis, când totul ajunge la aceeași temperatură, nu se mai poate efectua niciun lucru mecanic.

Indisponibilitatea acestei energii – inutilitatea ei pentru lucru mecanic – era ceea ce voia Clausius să măsoare. A venit cu termenul *entropie*, format din greceşte ca să însemne „conținut de transformare". Corespondenții lui englezi au priceput ideea imediat, însă au decis că, axându-se pe latura negativă, Clausius procedase de-a-ndoaselea. James Clerk Maxwell sugera în a sa *Teorie a căldurii* că ar fi „mai convenabil" să facem ca entropia să însemne opusul: „partea care *poate* fi convertită în lucru mecanic". Astfel:

> Atunci când presiunea și temperatura sistemului devin uniforme, entropia este epuizată.

În câțiva ani, totuși, Maxwell a făcut cale întoarsă și s-a hotărât să-l urmeze pe Clausius. El și-a rescris cartea și a adăugat o jenată notă de subsol:

În ediţiile anterioare ale acestei cărţi, semnificaţia termenului entropie, aşa cum a fost introdus de către Clausius, a fost, în mod eronat, enunţată ca fiind acea parte de energie care nu poate fi convertită în lucru mecanic. Drept urmare, cartea a continuat să utilizeze termenul ca echivalent cu energia disponibilă, producând astfel multă confuzie în limbajul termodinamicii. În această ediţie, m-am străduit să folosesc cuvântul entropie în concordanţă cu definiţia originală a lui Clausius.[4]

Problema nu era doar alegerea între pozitiv şi negativ. Era ceva mai subtil. Iniţial, Maxwell a considerat entropia ca pe un subtip de energie: energia disponibilă pentru lucru mecanic. După o examinare ulterioară, el a recunoscut că termodinamica avea nevoie de o măsură total diferită. Entropia nu era un gen de energie sau o cantitate de energie; era, după cum spusese Claudius, *indisponibilitatea* energiei. Oricât de abstractă era, s-a dovedit a fi o cantitate la fel de măsurabilă ca şi temperatura, volumul sau presiunea.

A devenit un concept totemic. Odată cu entropia, „legile" termodinamicii puteau fi exprimate cu acurateţe:

Prima lege: Energia din univers este constantă.
A doua lege: Entropia din univers este în creştere constantă.

Există multe alte formulări ale acestor legi, de la unele matematice la altele umoristice, de exemplu: „1. Nu poţi să câştigi; 2. Nu poţi nici măcar să egalezi".[5] Dar acesta este destinul cosmic, o fatalitate. Universul curge la vale. Este un drum degenerativ într-o singură direcţie. Starea finală de maximă entropie este destinul nostru.

William Thomson, Lord Kelvin, a întipărit a doua lege în imaginaţia populară, dezvăluind perspectiva ei mohorâtă: „Deşi energia mecanică este *indestructibilă*", declara el în 1862,

„există o tendință universală de disipare a ei, care produce o creștere graduală și difuziunea căldurii, încetarea mișcării și epuizarea potențialului de energie în universul material. Rezultatul acestei tendințe ar fi o stare universală de repaus și de moarte".[6] Astfel, entropia a dictat soarta universului din romanul lui H.G. Wells, *Mașina timpului*: stingerea vieții, soarele muribund, „abominabila dezolare care bântuia deasupra lumii". Moartea termică nu este rece; este călduță și ternă. Freud a crezut că vede ceva util aici în 1918, deși a bălmăjit-o: „Considerând conversia energiei psihice nu mai puțin decât a celei fizice, trebuie să facem uz de conceptul unei entropii, care se opune anulării a ceea ce deja a avut loc".[7]

Lui Thomson i-a plăcut cuvântul *disipare*. Energia nu se pierde, ci se disipează. Energia disipată este prezentă, dar inutilă. Maxwell a fost cel care, totuși, a început să se concentreze asupra confuziei însăși – dezordinea – drept calitate esențială a entropiei. Dezordinea părea în mod straniu nonfizică. Ea implica oarecum că o parte din ecuație trebuie să fie ceva de ordinul cunoașterii, inteligenței sau judecății. „Ideea disipării energiei depinde de întinderea cunoașterii noastre", a spus Maxwell. „Energia disponibilă este energie pe care o putem direcționa pe orice canal dorim. Energia disipată este energie pe care nu o putem reține și direcționa cum ne place, așa cum este agitația confuză a moleculelor pe care o numim căldură." Ceea ce *noi* putem să facem ori să știm devine parte a definiției. Părea imposibil să discuți despre ordine și dezordine fără să fie implicat un agent sau un observator – fără să te referi la minte:

> Confuzia, ca și termenul corelativ ordine, nu este o proprietate a lucrurilor materiale în ele însele, ci numai în relație cu mintea care le percepe. Un caiet de notițe, dacă este scris îngrijit, nu pare confuz

unui analfabet sau proprietarului care o înțelege în amănunt, dar oricărei persoane care știe să citească i se pare inextricabil confuză. În mod asemănător, ideea de energie disipată nu-i poate veni unei ființe incapabile să transforme niciuna dintre energiile naturii în folosul propriu sau uneia care poate să urmărească mișcarea fiecărei molecule și să o apuce la momentul potrivit.[8]

Ordinea este subiectivă – în ochiul spectatorului. Ordinea și confuzia nu sunt genul de lucruri pe care un matematician ar încerca să le definească sau să le măsoare. Ori sunt? Dacă dezordinea corespunde entropiei, poate că era pregătită pentru o tratare științifică până la urmă.

Ca un caz ideal, pionierii termodinamicii au luat un recipient ce conține un gaz. Fiind alcătuit din atomi, nu e nici pe departe simplu sau liniștit. Este un vast ansamblu de particule care se agită. Atomii erau nevăzuți și ipotetici, însă acești teoreticieni – Clausius, Kelvin, Maxwell, Ludwig Boltzmann, Willard Gibbs – au acceptat natura atomică a unui lichid și au încercat să prezinte consecințele: amestec, violență, mișcare continuă. Această mișcare constituie căldura, au înțeles ei. Căldura nu este o substanță, un fluid, un „flogiston" – e doar mișcare a moleculelor.

La nivel individual, moleculele trebuie să se supună legilor lui Newton – fiecare acțiune, fiecare ciocnire, măsurabilă și calculabilă, în teorie. Dar erau prea multe pentru a fi măsurate și calculate individual. Probabilitatea intra pe scenă. Noua știință a mecanicii statistice a construit o punte între detaliile microscopice și comportamentul macroscopic. Presupuneți că recipientul cu gaz este împărțit de o diafragmă. Gazul din partea A este mai cald decât gazul din partea B – adică mole-

culele A se mişcă mai rapid, cu mai mare energie. De îndată ce peretele despărţitor este îndepărtat, moleculele încep să se amestece; cele rapide se ciocnesc de cele mai lente; se face un schimb de energie; şi, după un timp, gazul atinge o temperatură uniformă. Misterul este acesta: de ce procesul nu poate fi inversat? În ecuaţiile de mişcare ale lui Newton, timpul poate avea semnul plus sau minus; matematica funcţionează în ambele sensuri. În lumea reală, trecutul şi prezentul nu pot fi interschimbate atât de uşor.

„Timpul curge înainte, nu se-ntoarce niciodată", spunea Léon Brillouin în 1949. „Atunci când fizicianul se confruntă cu acest fapt, este foarte deranjat."[9] Maxwell a fost şi el deranjat, dar cu măsură. El i-a scris lordului Raleigh:

> Dacă această lume este un sistem pur dinamic şi dacă se inversează cu acurateţe mişcarea fiecărei particule din el în acelaşi moment, atunci toate lucrurile se vor petrece invers către începutul lucrurilor, picăturile de ploaie se vor aduna de pe faţa pământului şi vor zbura sus în nori etc. etc., iar oamenii îşi vor vedea prietenii trecând din mormânt în leagăn până când noi înşine devenim inversul naşterii, indiferent ce va fi fiind aceasta.

Ideea lui era că, în detaliile microscopice, dacă urmărim mişcările moleculelor individuale, comportamentul lor este acelaşi înainte şi înapoi în timp. Putem rula filmul înapoi. Totul merge strună, dar urmăriţi recipientul cu gaz în ansamblu şi, din punct de vedere statistic, procesul de amestec devine o cale fără întoarcere. Putem să urmărim fluidul o eternitate şi el nu se va împărţi niciodată în molecule calde într-o parte şi reci în partea cealaltă. Isteţul tânăr Thomasine spune în *Arcadia* lui Tom Stoppard: „Nu poţi să răscoleşti lucrurile, făcându-le să se despartă", ceea ce este cu precizie totuna cu

„timpul curge înainte, nu se întoarce niciodată". Astfel de procese decurg într-o singură direcție. Motivul este probabilitatea. Ceea ce este remarcabil – fizicienilor le-a luat mult timp până să accepte – e faptul că fiecare proces ireversibil trebuie explicat în același mod. Timpul însuși depinde de hazard sau de „accidentele vieții", după cum îi plăcea să spună lui Richard Feynman: „Ei bine, vedeți că tot ce e aici de spus este că ireversibilitatea este cauzată de accidentele generale ale vieții".[10] Din punct de vedere fizic, nu este imposibil ca gazul din recipient să fie neamestecat; este numai extrem de improbabil. Astfel încât a doua lege este doar probabilistică. Statistic, totul tinde spre entropia maximă.

Și totuși probabilitatea este suficientă: suficientă pentru ca a doua lege să fie un pilon al științei. După cum s-a exprimat Maxwell:

> *Morala.* A doua lege a termodinamicii are același grad de adevăr ca și afirmația că, dacă aruncați un pahar de apă în mare, nu mai puteți să umpleți la loc paharul cu aceeași apă pe care ați aruncat-o.[11]

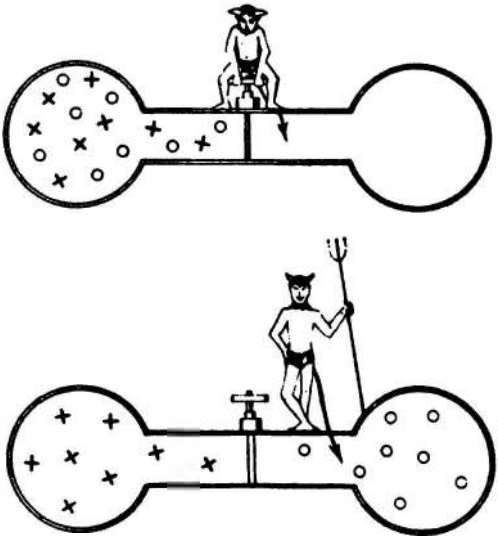
Improbabilitatea căldurii de a trece dintr-un corp mai rece într-unul mai cald (fără sprijin din afară) este egală cu improbabilitatea ca ordinea să se formeze singură din dezordine (fără un sprijin din afară). Ambele se datorează, în mod fundamental, numai statisticii. Socotind toate modalitățile posibile în care poate fi ordonat un sistem, combinațiile dezordonate sunt, de departe, mult mai numeroase decât cele ordonate. Există multe aranjamente sau „stări", în care moleculele sunt toate învălmășite și puține în care ele sunt frumos aranjate. Stările ordonate au o probabilitate și o entropie scăzute. În cazul unor grade impresionante de ordonare, probabilitățile pot fi *foarte* scăzute. Alan Turing a propus odată, ghiduș, un

număr *N*, definit drept „șansele ca o bucată de cretă să țopăie prin cameră și să scrie pe tablă un vers din Shakespeare".[12]

În cele din urmă, fizicienii au început să vorbească despre microstări și macrostări. O macrostare poate fi: tot gazul din jumătatea de sus a recipientului. Microstările ar fi toate aranjamentele posibile ale tuturor particulelor – poziții și viteze. Astfel, entropia a devenit un echivalent fizic al probabilității: entropia unei macrostări date este logaritmul numărului microstărilor sale posibile. A doua lege este, așadar, tendința universului de a curge dinspre macrostări mai puțin probabile (ordonate) spre macrostări mai probabile (dezordonate).

Era totuși derutant ca atât de mult din fizică să atârne de simpla probabilitate. Se poate spune corect că nimic din fizică nu oprește un gaz să se împartă în cald și rece – că e numai o chestiune de hazard și de statistică? Maxwell a ilustrat această enigmă printr-un experiment mintal. Să ne imaginăm, a sugerat el, „o ființă finită" care stă de pază lângă o ușiță din diafragma ce divide recipientul cu gaz. Această creatură poate vedea moleculele care se apropie, poate spune dacă sunt rapide sau lente și poate alege dacă să le lase să treacă sau nu. Astfel, ar putea să influențeze hazardul. Separând caldul de rece, ar putea face partea A mai caldă și partea B mai rece – „și totuși, nu s-a efectuat niciun lucru mecanic, ci s-a utilizat numai inteligența unei ființe foarte atente și cu degete iuți". Ființa desfide probabilitățile obișnuite. Șansele sunt ca lucrurile să se amestece. Pentru a le separa, se cere informație.

Lui Thomson i-a plăcut ideea. El a botezat creatura ideală demon: „demonul inteligent al lui Maxwell", „demonul selectiv al lui Maxwell" și, curând, simplu „demonul lui Maxwell". Thomson a vorbit elocvent despre micuțul individ: „El diferă de animalele vii reale numai [*numai!*] prin extrema sa micime și agilitate".[14] În timp ce susținea o conferință în fața unei mul-



ţimi adunate la Royal Institution of Great Britain, cu ajutorul unor tuburi pline cu lichide de culori diferite, Thomson a demonstrat procentul aparent ireversibil de difuziune şi a declarat că numai demonul ar putea să-l contracareze.

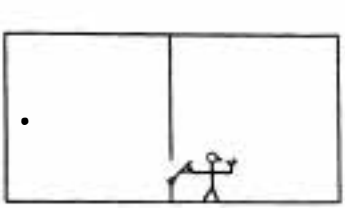
> El poate face ca jumătate din aerul dintr-un vas etanş sau ca o jumătate a unei bare de fier să devină incandescente, iar cealaltă jumătate rece ca gheaţa; poate să dirijeze energia moleculelor în mişcare dintr-un bazin cu apă ca să arunce apa la o anumită înălţime şi să o menţină acolo răcită proporţional: poate „să sorteze" moleculele dintr-o soluţie de sare sau dintr-un amestec de două gaze, astfel încât să inverseze procesul natural de dispersie şi să producă o concentraţie mare a soluţiei într-o parte din apă, lăsând în spaţiul rămas apă curată; sau, în celălalt caz, să separe gazele în diferite părţi ale vasului care le conţine.

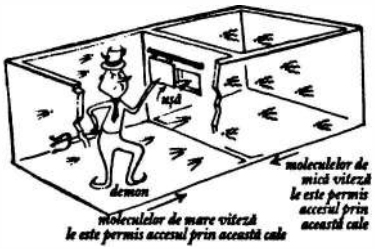
Reporterul de la *The Popular Science Monthly* a socotit că este ridicol. „Se presupune că întreaga natură este plină de

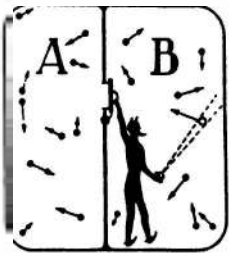
infinite viermuieli ale unor absurzi drăcuşori microscopici", a pufnit el. „Atunci când bărbaţi precum Maxwell, de la Cambridge, şi Thomson, din Glasgow, aprobă o astfel de grosolană fantezie ipotetică cum este aceea a drăcuşorilor ce dau cu pumnii şi picioarele în atomi, încolo şi-ncoace . . ., ne putem, pe bună dreptate, întreba: Ce mai urmează?"[15] N-a-nţeles ideea. Maxwell nu se gândise că demonul lui există altcumva decât ca un instrument de predare a unor noţiuni.

Demonul vede ceea ce noi nu putem – pentru că suntem atât de masivi şi atât de lenţi –¨, şi anume faptul că a doua lege este statistică, nu mecanică. La nivelul moleculelor, este violată tot timpul, ici şi colo, numai de hazard. Demonul înlocuieşte hazardul cu scopul. El utilizează informaţie pentru a reduce entropia. Maxwell nu şi-a imaginat vreodată cât de popular avea să devină demonul său, nici ce viaţă lungă urma să aibă. Henry Adams, care voia să dezvolte o versiune de entropie în a sa teorie a istoriei, i-a scris fratelui său, Brooks, în 1903: „Demonul lui Clerk Maxwell care guvernează a doua lege a termodinamicii ar trebui să fie făcut preşedinte".[16] Demonul stăpânea o poartă de trecere – la început, una imaginară – din lumea fizicii către lumea informaţiei.

Savanţii invidiau puterile demonului. A devenit un personaj des întâlnit în ilustraţiile ce animau publicaţiile de fizică. Cu siguranţă, creatura era o fantezie, însă şi atomul însuşi păruse ceva fantastic, iar demonul contribuise la domesticirea lui. Oricât de implacabile păreau a fi legile naturii, demonul le sfida. Era un hoţ, furând moleculele una câte una. Avea „simţuri infinit de subtile", a scris Henri Poincaré, şi „putea să întoarcă spre origini cursul universului"[17]. Nu era ceea ce oamenii visau să poată face?




ușă
demon
moleculelor de mare viteză le este permis accesul prin această cale
moleculelor de mică viteză le este permis accesul prin această cale



Prin microscoapele lor din ce în ce mai bune, savanții de la începutul secolului XX examinau procesele active și selective ale membranelor biologice. Cine sau ce era la comandă? Viața însăși părea o forță organizatoare. „Acum nu trebuie să introducem demonologia în știință", a scris biologul britanic James Johnstone în 1914. În fizică, a spus el, moleculele individuale trebuie să rămână în afara controlului nostru. „Aceste mișcări și traiectorii sunt ne-co-ordonate – «talmeș-balmeș» –, dacă ne place să le numim astfel. Fizica are în vedere numai vitezele statistice *medii*." Din acest motiv, fenomenele fizice sunt ireversibile, „astfel încât, pentru știința de ultimă oră, demonul lui Maxwell nu există". Dar ce se poate spune despre viață? Despre fiziologie? Procesele vieții terestre *sunt* reversibile, a susținut el. „Prin urmare, trebuie să căutăm probe că organismul *poate* să controleze mișcările, altminteri ne-co-ordonate, ale moleculelor individuale."

Nu e straniu că, în vreme ce vedem că majoritatea eforturilor noastre omenești urmăresc să *direcționeze* agenți și energii naturale pe traiectorii pe care, altminteri, ele nu le-ar fi urmat, nu am reușit totuși să gândim organismele primitive sau chiar țesuturi din corpurile organismelor superioare ca posedând, de asemenea, puterea de a direcționa procese fizico-chimice?[18]

Când viața rămânea atât de misterioasă, poate că demonul lui Maxwell nu era doar un personaj de benzi desenate.

Apoi, demonul a început să-l bântuie pe Leó Szilárd, un foarte tânăr fizician ungur, cu o imaginație fertilă, care, ulterior, avea să conceapă microscopul electronic și, nu întâmplător, reacția nucleară în lanț. Unul dintre cei mai celebri profesori ai săi, Albert Einstein, l-a sfătuit cu grijă părintească să-și ia o slujbă plătită la biroul de patente, dar Szilárd nu l-a ascultat. El se gândea, în anii 1920, cum ar trebui termodinamica să trateze neîncetatele fluctuații moleculare. Prin definiție, fluctuațiile mergeau în sens contrar mediilor statistice, ca peștii înotând momentan înspre amonte, și oamenii se întrebau în mod firesc: ce-ar fi dacă ar putea fi puse în valoare? Această idee irezistibilă a condus la o versiune de mașină cu mișcare perpetuă, *perpetuum mobile*, Sfântul Graal al maniacilor și al speculanților. Era un alt mod de a spune: „Toată acea căldură – de ce nu o putem folosi?".

Era, de asemenea, încă unul dintre paradoxurile zămislite de către demonul lui Maxwell. Într-un sistem închis, un demon care ar fi putut să prindă cele mai rapide molecule, lăsându-le să treacă pe cele mai lente, ar avea o sursă de energie utilă, continuu reîmprospătată. Or, dacă nu himericul drăcușor, ce-ar fi o altă „ființă inteligentă"? Un fizician experimentalist, poate? O mașină cu mișcare perpetuă ar fi posibilă, a declarat Szilárd, „dacă privim omul care experimentează ca pe un fel

de deus ex machina, unul care este continuu informat despre starea existentă a naturii".[19] Pentru versiunea sa a experimentului mintal, Szilárd a precizat clar că el nu dorea să invoce un demon viu, având, să spunem, un creier – biologia crea propriile ei probleme. „Însăşi existenţa unui sistem nervos", nota el, „depinde de continua disipare a energiei". (Prietenul său, Carl Eckart, a reformulat sugestiv astfel: „Gândirea generează entropie".[20]) El a propus, în schimb, un „dispozitiv neviu", intervenind într-un model de sistem termodinamic, prin împingerea unui piston într-un cilindru plin cu un fluid. El a scos în evidenţă că acest aparat ar avea nevoie, de fapt, de „un soi de facultate de memorare". (Alan Turing era, la acea vreme, în 1929, adolescent. În termenii lui Turing, Szilárd trata mintea demonului ca pe un computer cu o memorie în două stări.)

Szilárd a arătat că până şi această maşină cu mişcare perpetuă va trebui să dea greş. Care era piedica? Simplu spus: informaţia nu este liberă. Maxwell, Thomson şi ceilalţi au discutat implicit ca şi cum cunoaşterea era la îndemână – cunoaşterea vitezelor şi a traiectoriilor moleculelor ce se perindau prin faţa ochilor demonului. Ei nu au avut în vedere costul acestei informaţii. Nici nu puteau; pentru ei, în vremuri mai simple, era ca şi cum informaţia aparţinea unui univers paralel, unui plan astral, nu legată de universul din materie şi energie, particule şi forţe, al căror comportament ei învăţau să-l calculeze.

Dar informaţia este fizică. Demonul lui Maxwell face legătura. Demonul efectuează o conversie între informaţie şi energie, cu fiecare particulă pe rând. Szilárd – care încă nu a folosit cuvântul *informaţie* – a descoperit că, dacă socotea exact fiecare măsurătoare şi memorare, atunci conversiunea se putea calcula exact. Aşa că a calculat-o. El a socotit că fiecare unitate de informaţie aduce o creştere corespunzătoare a entropiei – con-

cret, cu k log 2 unități. De fiecare dată când demonul face o alegere între o particulă sau alta, îl costă un bit de informație. Plata vine la sfârșitul ciclului, când trebuie să-și șteargă memoria. (Szilárd nu a specificat acest ultim detaliu în cuvinte, ci în matematică.) Explicația adecvată a acestui aspect este singurul mod de a elimina paradoxul mișcării perpetue, de a aduce universul înapoi în armonie, de „a restaura concordanța cu A Doua Lege".

Szilárd a închis, astfel, o buclă ce conducea la concepția lui Shannon despre entropie ca informație. În această privință, Shannon nu citea în limba germană și nu urmărea *Zeitschrift für Physik*. „Cred că, de fapt, Szilárd se gândea la asta", a spus el mult mai târziu, „și el a vorbit cu von Neumann despre acest subiect și este posibil ca von Neumann să fi discutat mai departe cu Wiener. Dar de fapt niciunul din ei nu mi-a spus mie nimic în legătură cu asta".[21] Și, totuși, Shannon a reinventat matematica entropiei.

Pentru fizician, entropia este măsura incertitudinii despre starea unui sistem fizic: una dintre toate stările posibile în care acesta se poate afla. Aceste microstări pot să nu fie la fel de probabile, astfel încât fizicianul scrie $S = -\sum p_i \log p_i$.

Pentru teoreticianul informației, entropia este o măsură a incertitudinii în ceea ce privește un mesaj: un mesaj dintre toate mesajele posibile pe care le poate produce o sursă de comunicare. Mesajele posibile pot să nu fie la fel de probabile, astfel că Shannon a scris $H = -\sum p_i \log p_i$.

Nu este doar o coincidență de formalism: natura furnizând răspunsuri similare unor probleme similare. Totul este o singură problemă. Pentru a se reduce entropia într-un recipient cu gaz, în vederea efectuării unui lucru mecanic util, se plă-

teşte un preţ în informaţie. Tot astfel, un anumit mesaj reduce entropia într-un ansamblu de mesaje posibile – în termeni de sisteme dinamice, un spaţiu de fază.

Aşa a privit Shannon lucrurile. Versiunea lui Wiener era uşor diferită. Se potrivea – pentru un cuvânt care a început prin a însemna opusul său – ca aceşti colegi şi rivali să plaseze semne opuse în faţa formulărilor pe care le-au dat entropiei. Pe când Shannon a identificat informaţia cu entropia, Wiener a spus că ea era entropie *negativă*. Wiener spunea că informaţia înseamnă ordine, însă ceva ordonat nu încorporează cu necesitate multă informaţie. Shannon însuşi a arătat diferenţa dintre ei şi a minimalizat-o, numind-o un soi de „calambur matematic". Ei au obţinut aceleaşi răspunsuri numerice, nota el:

> Eu am în vedere câtă informaţie este *produsă* atunci când se face o alegere dintr-o mulţime – cu cât mai mare mulţimea, cu atât *mai multă* informaţie. Dumneavoastră aveţi în vedere o mai mare incertitudine în cazul unei mulţimi mai mari ca însemnând mai puţină cunoaştere a situaţiei şi, ca atare, *mai puţină* informaţie.[22]

Altfel spus, H este o măsură a surprizei. Încă o dată altfel spus, H este numărul mediu de întrebări da-nu necesare pentru a ghici mesajul necunoscut. Shannon a nimerit-o bine – cel puţin, abordarea lui s-a dovedit fertilă pentru matematicieni şi fizicieni o generaţie mai târziu – dar confuzia a persistat câţiva ani. Ordinea şi dezordinea încă aveau nevoie de ceva triere.

Noi toţi ne comportăm ca demonul lui Maxwell. Organismele organizează. În experienţa cotidiană se află motivul pentru care fizicieni sobri au ţinut în viaţă timp de două

secole această fantezie de benzi desenate. Noi sortăm corespondența, construim castele de nisip, rezolvăm mozaicuri, separăm grâul de pleavă, rearanjăm piesele de șah, colecționăm timbre, aranjăm cărțile în ordine alfabetică, creăm simetrii, compunem sonete și sonate și facem ordine în cameră, iar pentru a realiza toate acestea, nu e nevoie de multă energie, în măsura în care ne putem folosi de inteligență. Noi propagăm structuri (nu doar noi, oamenii, ci noi, cei care suntem vii.) Noi tulburăm tendința spre echilibru. Ar fi absurd să încercăm o explicație termodinamică a unor astfel de procese, dar nu este absurd să spunem că noi reducem entropia, bucată cu bucată. Bit cu bit. Demonul originar, deosebind o moleculă la un moment dat, făcând distincție între rapid și lent și manevrând portița lui, este uneori descris ca „suprainteligent", dar, în comparație cu un organism real, este un savant idiot. Lucrurile însuflețite nu doar micșorează dezordinea din mediile lor; sunt în ele însele, în scheletul și în carnea lor, în vezicule și membrane, cochilii și carapace, frunze și flori, sisteme de circulație și cicluri metabolice – miracole de model și structură. Pare-se, uneori, că diminuarea entropiei este scopul nostru donquijotesc în acest univers.

În 1943, fumând țigară de la țigară, cu lavalieră strânsă la gât, Erwin Schrödinger, pionier al fizicii cuantice, solicitat să țină o serie de prelegeri la Trinity College din Dublin, a decis că venise vremea să răspundă la una dintre cele mai mari întrebări nerezolvabile: ce este viața? Ecuația ce-i purta numele era formularea esențială a mecanicii cuantice. Privind dincolo de domeniul său, așa cum laureații de vârstă mijlocie ai premiului Nobel o fac adesea, Schrödinger a renunțat la rigoare în favoarea speculației și a început prin a-și cere scuze pentru că „unii dintre noi ar trebui să se aventureze în elaborarea unei sinteze a faptelor și teoriilor, chiar dacă având o cunoaștere la

a doua mână și incompletă a unora dintre ele – și cu riscul de a se face de râs".[23] Cu toate acestea, cărticica pe care a scos-o din aceste prelegeri a devenit influentă. Fără să descopere sau măcar să formuleze ceva nou, el a pus bazele unei științe pe cale de a se naște, deși încă nenumită, care combina genetica și biochimia. „Cartea lui Schrödinger a devenit un fel de *Coliba Unchiului Tom* în biologie, care, odată suflat praful de pe ea, a lăsat drept moștenire biologia moleculară", a scris mai târziu unul dintre fondatorii disciplinei. Biologii nu mai citiseră așa ceva până atunci, iar fizicienii au luat-o ca pe un semnal că noile mari probleme ar putea să apară în biologie.[24]

Schrödinger a început cu ceea ce el a numit enigma stabilității biologice. În remarcabil contrast față de un recipient cu gaz, cu toanele sale de probabilitate și fluctuație, și cu aparent dispreț față de propria mecanică ondulatorie a lui Schrödinger, unde incertitudinea este regula, structurile ființelor vii prezintă o remarcabilă permanență. Ele persistă, atât în viața organismului, cât și de-a lungul generațiilor, prin ereditate. Acest fapt l-a izbit pe Schrödinger ca necesitând o explicație.

„Când se spune despre o bucată de materie că este vie?", a întrebat el. A sărit peste sugestiile obișnuite – creștere, nutriție, reproducere – și a răspuns pe cât de simplu cu putință: „Când continuă «să facă ceva», mișcându-se, schimbând material cu mediul și așa mai departe, pe o durată de timp mult mai îndelungată decât ne-am aștepta ca o bucată neînsufletită de materie să «continue a face» în circumstanțe similare".[25] În mod obișnuit, o bucată de materie ajunge la repaus; un recipient cu gaz atinge o temperatură uniformă; un sistem chimic „se stinge într-un bulgăre de materie moartă, inertă" – într-un fel sau altul, a doua lege este ascultată și se atinge maximum de entropie. Lucrurile vii reușesc să rămână instabile. Norbert Wiener a urmărit acest gând în *Cybernetics*: enzimele, a scris

el, pot fi niște „metastabili" demoni ai lui Maxwell – adică nu tocmai stabile sau într-o stabilitate precară. „Starea stabilă a unei enzime este aceea de a fi decondiționată", nota el, „și starea stabilă a unui organism viu este aceea de a fi mort".[26]

Schrödinger simțea că tocmai faptul de a se sustrage o vreme celei de-a doua legi, sau aparența acestei sustrageri, este motivul pentru care o creatură vie „pare atât de enigmatică". Capacitatea organismului de a simula mișcarea perpetuă îi conduce pe atât de mulți oameni la credința într-o *forță vitală* specială, supranaturală. El a ironizat această idee – *vis viva* sau entelehia – și, de asemenea, a luat în derâdere ideea populară potrivit căreia organismele „se hrănesc cu energie". Energia și materia erau numai două fețe ale unei singure monede și oricare calorie este la fel de bună ca și oricare alta. Nu, a spus el: organismul se hrănește cu entropie negativă.

„Ca să o spunem într-un mod mai puțin paradoxal", a adăugat el în mod paradoxal, „lucrul esențial în metabolism este că organismul reușește să se elibereze de toată entropia pe care nu se poate împiedica să o producă atâta timp cât este viu".[27]

Cu alte cuvinte, organismul absoarbe ordine din mediul său înconjurător. Ierbivorele și carnivorele iau masa la un bufet suedez de structură; ele se hrănesc cu componente organice, materie într-o stare bine ordonată și o returnează „într-o stare foarte degradată – nu total degradată, totuși, pentru că plantele o pot folosi". Totodată, plantele extrag nu numai energie, ci și entropie negativă din lumina solară. În termeni energetici, explicația se poate oferi mai mult sau mai puțin riguros. În termeni de ordine, calculele nu sunt atât de simple. Calculul matematic al ordinii și haosului rămân ceva mai dificile, definițiile relevante fiind supuse propriilor bucle de feedback.

Multe rămâneau de aflat, a spus Schrödinger, despre modul în care viaţa depozitează şi perpetuează ordinea pe care o extrage din natură. Cu microscoapele lor, biologii au aflat multe lucruri despre celule. Puteau să vadă gameţii – celule spermatice şi ovule. În ele se află nişte fibre, ca nişte nuiele, numite cromozomi, dispuşi în perechi, în mare număr, diferit de la o specie la alta, şi cunoscuţi a fi purtătorii trăsăturilor ereditare. După cum s-a exprimat Schrödinger de această dată, ei conţin înăuntrul lor, cumva, „modelul" organismului: „Aceşti cromozomi sau, probabil, numai o fibră de schelet axial din ceea ce vedem deocamdată la microscop drept cromozomi conţin într-un fel de scriere codificată întregul model al viitoarei dezvoltări a individului". Considera uluitor – misterios, dar cu siguranţă crucial într-un fel încă necunoscut – faptul că fiecare celulă a unui organism „trebuie să fie în posesia unei (duble) copii complete a codului".[28] El compara această situaţie cu o armată în care fiecare soldat cunoaşte orice detaliu din planurile generalului.

Aceste detalii erau numeroasele „proprietăţi" discrete ale unui organism, deşi nu era încă nici pe departe clar ce presupunea o proprietate. („Pare a nu fi nici corect, nici posibil să disecăm în «proprietăţi» discrete modelul unui organism, care este în mod esenţial o unitate, un «întreg»", medita Schrödinger.) Culoarea ochilor unui animal, albaştri sau căprui, poate fi o proprietate, dar este mai util să ne concentrăm asupra *diferenţei* dintre un individ şi altul, iar această diferenţă se ştia a fi controlată de ceva transmis în cromozomi. El a folosit termenul *genă*: „transportatorul material ipotetic al unei trăsături ereditare definite".[29] Nimeni nu putea deocamdată să vadă acele gene ipotetice, dar, cu siguranţă, momentul nu era departe. Observaţiile microscopice făceau posibilă estimarea mărimii lor: poate 100 sau 150 de distanţe atomice;

poate o mie de atomi sau mai puțini. Și, totuși, aceste minuscule entități trebuie să încapsuleze întregul model al unei creaturi vii – o muscă sau un rododendron, un șoarece sau un om. Și noi trebuie să înțelegem acest model ca pe un obiect cvadridimensional: structura organismului în totalitatea dezvoltării sale ontogenetice, fiecare stadiu de la embrion până la adult.

Căutând un indiciu pentru descifrarea structurii moleculare a genei, părea firesc să se cerceteze cea mai organizată formă a materiei, cristalele. Solidele în formă cristalină aveau o relativă permanență; ele pot să înceapă cu un germen minuscul și să construiască structuri din ce în ce mai vaste; iar mecanica cuantică începea să ofere o înțelegere profundă a forțelor implicate în sudura lor. Dar Schrödinger simțea că lipsește ceva. Cristalele sunt *prea* ordonate – construite în „modul comparativ plictisitor al repetiției aceleiași structuri în trei direcții iar și iar". Oricât ar părea de elaborate, solidele cristaline conțin doar câteva tipuri de atomi. Viața trebuie să depindă de un nivel superior de complexitate, structură fără de repetiție previzibilă, a argumentat el. A inventat un termen: *cristale neperiodice*. Aceasta era ipoteza lui: *Credem că o genă – sau poate întrega fibră de cromozomi – este un cristal neperiodic.*[30] Cu greu putea să sublinieze destul măreția acestei diferențe, dintre periodic și neperiodic:

> Diferența de structură este similară celei dintre un tapet ordinar, în care același model se repetă iar și iar cu periodicitate regulată, și o capodoperă de broderie, să apunem o tapițerie de Rafael, care nu prezintă nicio repetiție plictisitoare, ci un desen complex, coerent și *semnificativ*.

Unii dintre cititorii care îl admirau cel mai mult, printre care Léon Brillouin, fizicianul francez recent strămutat în

Statele Unite, au spus că Schrödinger era prea deştept pentru a fi pe deplin convingător, chiar dacă ei demonstraseră prin propriile lor lucrări cât erau de convinşi. Brillouin era în mod deosebit preocupat de comparaţia cu cristalele, cu structurile lor complicate, dar neînsufleţite. Cristalele aveau o oarecare capacitate de a se autorepara, observa el; sub presiune, atomii lor se pot suci în noi poziţii de dragul echilibrului. Acest fenomen putea fi înţeles în termenii termodinamicii şi, de-acum, în cei ai mecanicii cuantice. Cu cât mai exaltantă era, atunci, autorepararea organismelor: „Organismul viu îşi vindecă propriile răni, îşi tratează bolile şi poate reconstrui mari porţiuni ale structurii sale atunci când acestea au fost distruse de un accident. Acesta este cel mai izbitor şi neaşteptat comportament".[31] L-a urmat pe Schrödinger, de asemenea, în utilizarea entropiei pentru a face legătura între cele mai mici şi cele mai vaste scări.

> Pământul nu este un sistem închis, iar viaţa se nutreşte cu energie şi entropie negativă ce se scurg în sistemul terestru. . . . Ciclul decurge astfel: întâi, crearea de echilibre instabile (combustibili, hrană, cascade etc.); apoi, utilizarea acestor rezerve de către toate creaturile vii.

Creaturile vii dau peste cap calculul obişnuit al entropiei. La modul şi mai general, la fel face şi informaţia. „Luaţi un număr din *The New York Times*, cartea despre cibernetică şi o cantitate egală de deşeuri de hârtie", a sugerat Brillouin. „Au ele aceeaşi entropie?" Dacă le puneţi pe foc, da. Nu însă şi dacă sunteţi un cititor. Există entropie în aranjamentul petelor de cerneală.

Din acest motiv, fizicienii înşişi sunt pe cale să transforme entropia negativă în informaţie, a spus Brillouin. Din observa-

ții și măsurători, fizicianul derivă legi științifice; cu aceste legi, oamenii creează mașini nemaivăzute în natură, cu cele mai improbabile structuri. A scris acestea în 1950, pe când pleca de la Harvard pentru a se alătura celor de la IBM din Poughkeepsie.[32]

Acesta nu a fost sfârșitul demonului lui Maxwell – nici pe departe. Problema nu putea fi cu adevărat rezolvată, iar demonul efectiv alungat fără o mai profundă înțelegere a unui domeniu foarte îndepărtat de termodinamică: calculul mecanic. Ulterior, Peter Landsberg i-a scris necrologul astfel: „Demonul lui Maxwell a murit la vârsta de 62 de ani (atunci când a apărut o lucrare a lui Leó Szilárd), dar el continuă să bântuie castelele fizicii ca un neastâmpărat și adorabil poltergeist".[33]

10 CODUL PROPRIU AL VIEȚII

(ORGANISMUL ESTE SCRIS ÎN OU)

Ceea ce se află în inima fiecărei ființe vii nu este un foc, o răsuflare caldă și nici o „scânteie de viață". Sunt informații, cuvinte, instrucțiuni. Dacă doriți o metaforă, nu vă gândiți la focuri, scântei și răsuflare. Gândiți-vă, în schimb, la un miliard de caractere digitale discrete, gravate în tăblițe de cristal.[1]

– Richard Dawkins (1986)

Savanții își iubesc particulele lor fundamentale. Dacă trăsăturile sunt transmise de la o generație la următoarea, atunci aceste trăsături trebuie să ia o formă primară ori să aibă un purtător. De aici, presupusa particulă de protoplasmă. „Biologului trebuie să i se permită tot atâta *întrebuințare* științifică a imaginației ca și fizicianului." The *Popular Science Monthly* explica în 1875: „Dacă unul trebuie să aibă atomii și moleculele sale, celălalt trebuie să posede unitățile sale fiziologice, moleculele sale plastice, «plasticulele» lui".[2]

Plasticulele nu au prins și aproape toată lumea avea o idee greșită despre ereditate. Așa că, în 1910, un botanist danez, Wilhelm Johannsen, a inventat în mod conștient cuvântul *genă*. I-ar fi fost greu să corecteze mitologia comună și s-a gândit că un cuvânt ar fi de ajutor. Mitul era acesta: că „însușirile personale" se transmit de la părinte la progenitură. Aceasta este „cea mai naivă și cea mai veche concepție despre ereditate"[3], a spus Johannsen într-un discurs ținut la Societatea

Naturaliştilor Americani. Era de înţeles. Dacă tatăl şi fiica sunt graşi, oamenii pot fi tentaţi să creadă că grăsimea lui a cauzat-o pe a ei sau că el i-a transmis-o ei. Dar este greşit. După cum a declarat Johannsen, *„calităţile personale* ale oricărui organism individual nu cauzează câtuşi de puţin calităţile urmaşilor: însă atât calităţile strămoşilor, cât şi cele ale descendenţilor sunt în acelaşi mod determinate de natura «substanţelor sexuale» – de exemplu, gameţii – din care s-au dezvoltat". Ceea ce este moştenit este mai abstract, mai mult de natura potenţialităţii.

Spre eliminarea gândirii eronate, el a propus o nouă terminologie, începând cu *gena*: „nimic altceva decât un foarte aplicabil cuvinţel, uşor de combinat cu altele".* Prea puţin conta că nici el, nici oricine altcineva nu ştia ce era, de fapt, o genă: „poate fi utilă ca o expresie pentru «factori de unitate», «elemente» sau «alelomorfe».... Cât despre natura «genelor», încă n-ar avea nicio valoare să propunem o ipoteză". Anii de cercetări întreprinse de Gregor Mendel cu fasolea verde şi galbenă au arătat că un astfel de lucru trebuie să existe. Culorile şi alte trăsături variau în funcţie de mulţi factori, printre care temperatura şi conţinutul solului, însă *ceva* se păstrează ca întreg; nu se amestecă şi nu se dispersează; trebuie să fie cuantizat.[4] Mendel descoperise gena, deşi nu i-a dat un nume. Pentru el, era mai mult o convenienţă algebrică decât o entitate fizică.

Când Schrödinger a reflectat asupra genei, s-a confruntat cu o problemă. Cum ar putea un „minuscul strop de materie" să conţină întregul cod complex care determină minuţioasa

* El a adăugat: „Termenii vechi sunt, în cea mai mare parte, compromişi prin aplicarea lor în cadrul unor teorii şi sisteme învechite sau eronate, din care ei păstrează frânturi de idei inadecvate, nu întotdeauna inofensive pentru dezvoltarea înţelegerii" (n.a.).

dezvoltare a organismului? Pentru a soluționa dificultatea, Schrödinger a recurs la un exemplu nu din mecanica ondulatorie sau din fizica teoretică, ci din telegrafie: codul Morse. El a remarcat că două semne, punct și liniuță, pot fi combinate în grupuri bine ordonate care să genereze întregul limbaj omenesc. Și genele, a sugerat el, trebuie să utilizeze un cod: „Codul miniatural ar trebui să corespundă cu precizie unui foarte complicat și amănunțit plan de dezvoltare și ar trebui să conțină cumva mijloacele de a-l pune în acțiune".[5]

Coduri, instrucțiuni, semnale – tot acest limbaj, cu iz de mecanică și inginerie, îi apăsa pe biologi precum franceza normandă pe când invada engleza medievală. În anii 1940, jargonul avea o notă prețioasă, artificială, care a trecut însă repede. Noua biologie moleculară a început să cerceteze stocarea și transferul de informații. Biologii puteau să socotească în termeni de „biți". Unii fizicieni, orientându-se acum spre biologie au văzut informația ca fiind exact conceptul necesar pentru a discuta și măsura calitățile biologice pentru care nu existaseră instrumente disponibile: complexitate și ordine, organizare și specificitate.[6] Henry Quastler, unul dintre primii radiologi de la Viena, pe atunci la Universitatea din Illinois, aplica teoria informației atât în biologie, cât și în psihologie; el estima că un aminoacid încorpora conținutul informațional al unui cuvânt scris, iar o moleculă de proteină, conținutul informațional al unui paragraf. Colegul său, Sidney Dancoff, i-a sugerat, în 1950, că un fir de cromozom este „o bandă liniară codificată de informație":

> Întregul fir constituie un „mesaj". Acest mesaj poate fi spart în subunități care se pot numi „paragrafe", „cuvinte" etc. Cea mai mică unitate de mesaj este probabil ceva flip-flop, care poate lua o decizie de tipul da-nu.[7]

În 1952, Quastler a organizat un simpozion pe tema teoriei informației în biologie, fără alt scop decât acela de a lansa aceste idei noi – entropie, zgomot, emitere de mesaje, diferențiere – în domenii de la structura celulară și cataliza enzimelor până la „biosisteme" pe scară largă. Un cercetător a elaborat o estimare a numărului de biți reprezentați de către o singură bacterie: nu mai puțin de 1013. (Dar acela era numărul necesar pentru a descrie întreaga ei structură moleculară în trei dimensiuni – poate că exista o descriere mai economică.)[8] Creșterea bacteriei putea fi analizată ca o reducere de entropie în partea ei de univers. Quastler însuși voia să ia măsura unor organisme mai evoluate în termeni de conținut informațional: nu în termeni de atomi („ar fi o mare risipă"), ci în termeni de „instrucțiuni ipotetice de construire a unui organism"[9]. Aceasta l-a condus, firește, la gene.

Întregul set de instrucțiuni – situat „undeva în cromozomi" – este genomul. Acesta este un „catalog", a spus el, care conține, dacă nu în totalitate, cel puțin „o porțiune substanțială din toată informația privind un organism adult". El a subliniat, totuși, cât de puțin se știa despre gene. Erau ele entități fizice discrete ori se suprapuneau? Erau ele „surse independente de informație" ori se influențau una pe cealaltă? Câte erau? Înmulțind toate aceste necunoscute, el a ajuns la un rezultat:

> complexitatea esențială a unei singure celule și cea a unui om întreg nu depășesc 1 012 și nu sunt mai mici de 105 biți; aceasta este o estimare extrem de grosolană, dar e mai bună decât nicio estimare.[10]

Aceste eforturi imature nu au dus, în mod direct, nicăieri. Teoria informației a lui Shannon nu putea fi altoită pe trun-

chiul biologiei. Puțin conta. O răsturnare seismică era deja pe drum: de la gândirea despre energie la gândirea despre informație.

Peste Atlantic, în primăvara lui 1953, a sosit la sediul revistei *Nature* din Londra o scrisorică bizară, cu o listă de semnatari din Paris, Zurich, Cambridge și Geneva, printre care cel mai remarcabil era Boris Ephrussi, primul profesor de genetică al Franței. Savanții se plângeau de „ceea ce ni se pare o creștere mai degrabă haotică a vocabularului tehnic". În particular, ei remarcaseră că recombinarea genetică a bacteriilor era descrisă ca „transformare", „transducție" și chiar ca „infecție". Ei au propus să se simplifice exprimarea:

> Ca soluție a acestei situații derutante, am dori să sugerăm utilizarea termenului de „informație interbacteriană" pentru a le înlocui pe cele de mai sus. Nu implică în mod necesar transferul de substanțe materiale și recunoaște posibila viitoare importanță a ciberneticii la nivel bacterian.[11]

Acesta era produsul unui prânz scăldat în vin pe malul lacului Locarno din Elveția – cu intenția de a fi o glumă, dar pe deplin plauzibil editorilor revistei *Nature*, care l-au publicat de îndată. Cel mai tânăr dintre meseni și semnatari era un american de douăzeci și cinci de ani, pe nume James Watson.[12]

Următorul număr din *Nature* conținea o altă scrisoare din partea lui Watson și a colaboratorului său, Francis Crick. I-a făcut celebri. Descoperiseră gena.

Se ajunsese la un consens că, indiferent ce-ar fi fost, oricum ar fi funcționat, genele ar trebui să fie, probabil, niște proteine: molecule organice gigantice, alcătuite din lungi lanțuri de ami-

noacizi. Alternativ, câțiva geneticieni din anii 1940 se concentraseră, în schimb, asupra simplilor viruși – bacteriofagi. Apoi din nou, experimente asupra eredității la bacterii i-au convins pe câțiva cercetători, printre care Watson și Crick, că genele s-ar putea găsi într-o substanță diferită, care, dintr-un motiv necunoscut, a fost descoperită în nucleul fiecărei celule, de plantă sau de animal, inclusiv bacteriofage. Această substanță era un acid nucleic, în special acid dezoxiribonucleic sau ADN.[13] Cei care lucrau cu acizi nucleici, în principal chimiști, nu fuseseră în stare să afle multe despre el, cu excepția faptului că moleculele erau formate din unități mai mici, numite nucleotide. Watson și Crick s-au gândit că acesta trebuia să fie secretul și s-au apucat cu frenezie să-i descopere structura la Cavendish Laboratory din Cambridge. Ei nu puteau să vadă aceste molecule; puteau să vadă numai indicii în umbrele emise de difracția razelor X. Dar ei știau o mulțime de lucruri despre subunități. Fiecare nucleotidă conținea o „bază" și nu erau decât patru baze diferite, desemnate drept A, C, G și T. Ele veneau în proporții predictibile. Trebuie să fie literele unui cod. Restul era încercare și eroare, înflăcărate de imaginație.

Ceea ce au descoperit ei a devenit o efigie: dublul helix, tipărit pe primele pagini ale magazinelor, temă sculpturală. ADN-ul este format din două lungi secvențe de baze, ca un cifru codificat într-un alfabet din patru litere, fiecare secvență fiind complementară cu cealaltă, încolăcite împreună. Cât timp nu sunt separate, fiecare șuviță servește drept tipar pentru replicare. (Era „cristalul neperiodic" al lui Schrödinger? În termeni de structură fizică, difracția razelor X arăta ADN-ul ca fiind pe deplin regulat. Neperiodicitatea se află la nivelul abstract al limbajului – secvența de „litere".) Într-un pub local, Crick anunța exuberant pe oricine era dispus să-l asculte că ei descoperiseră „secretul vieții"; în nota lor de o pagină din

Nature erau ceva mai circumspecți. Ei au încheiat cu o remarcă ce a fost numită „una dintre cele mai timide declarații din literatura științifică"[14]:

> Nu am trecut cu vederea că împerecherea specifică pe care am postulat-o sugerează imediat un posibil mecanism de copiere a materialului genetic.[15]

Au scăpat de timiditate într-o altă lucrare, publicată peste câteva săptămâni. În fiecare lanț, succesiunea de baze apărea a fi neregulată – orice secvență era posibilă, au observat ei. „Urmează că într-o moleculă lungă sunt posibile numeroase permutări."[16] Numeroase permutări – multe mesaje posibile. Următoarea lor remarcă a sunat alarma de ambele părți ale Atlanticului. „Prin urmare, pare probabil că secvența precisă de baze este codul care poartă informația genetică." Folosind acești termeni, *cod* și *informație*, ei nu mai vorbeau la figurat.

Macromoleculele vieții organice încorporează informații într-o structură complicată. O singură moleculă de hemoglobină cuprinde patru lanțuri de polipeptide, două cu 141 de aminoacizi și două cu 146, în secvență liniară strictă, legate și înfășurate laolaltă. Atomi de hidrogen, oxigen, carbon și fier se pot amesteca la întâmplare cât ține viața universului, fără să fie mai probabil că vor forma hemoglobină decât ar fi ca proverbialul cimpanzeu să bată la mașină piese de Shakespeare. Geneza lor necesită energie; ele sunt alcătuite din componente mai simple, mai puțin structurate, și legea entropiei se aplică. În cazul vieții primitive, energia vine sub formă de fotoni de la soare. Informația vine pe calea evoluției.

Molecula de ADN era una specială: informația pe care o transportă este singura ei funcție. Odată ce au recunoscut acest lucru, microbiologii s-au orientat spre descifrarea codului. Crick, care a fost inspirat să abandoneze fizica pentru biologie după ce a citit *Ce este viața?* de Schrödinger, i-a trimis lui Schrödinger o copie a lucrării, dar nu a primit răspuns.

Pe de altă parte, George Gamow a văzut raportul Watson-Crick atunci când a vizitat Laboratorul de Radiații de la Berkeley. Gamow era un cosmolog născut în Ucraina – unul dintre fondatorii teoriei Big Bang – și știa să recunoască o idee mare atunci când îi ieșea în cale. El a trimis o scrisoare:

> Dragi dr. Watson & Crick,
>
> Sunt fizician, nu biolog. . . . Dar sunt foarte incitat de articolul dumneavoastră din *Nature*, de pe 30 mai, și cred că el aduce biologia în grupul științelor „exacte". . . . Dacă punctul vostru de vedere este corect, fiecare organism va fi caracterizat de un lung număr în sistem cvadruplu (?), cu cifrele 1, 2, 3, 4 reprezentând diferitele baze. . . . Aceasta va deschide o foarte incitantă posibilitate de cercetare teoretică, bazată pe combinatorică și teoria numerelor! . Am sentimentul că se poate face. Ce credeți?[17]

În următorul deceniu, efortul de înțelegere a codului genetic a consumat o varietate pestriță de mari minți ale lumii, mulți dintre aceștia, precum Gamow, fiind lipsiți de orice cunoștințe utile în domeniul biochimiei. Pentru Watson și Crick, problema inițială depindea de o mlaștină de amănunte specializate: legături de hidrogen, legături de săruri, lanțuri de glicofosfați cu reziduuri de dezoxiborufanoză. A trebuit să învețe cum ionii anorganici pot fi organizați în trei dimensiuni; a trebuit să calculeze unghiurile exacte ale legăturilor chimice. Au făcut modele de carton și plăci de cositor. Însă, acum problema se transformase într-un joc abstract de manipulare a

simbolurilor. Strâns legat de ADN, vărul său cu o singură șuviță, ARN, apărea ca jucând rolul de mesager sau de translator. Gamow a spus explicit că substratul chimic abia dacă avea vreo importanță. El și alții care l-au urmat au înțeles totul ca pe o ghicitoare matematică – o cartografiere între mesaje în alfabete diferite. Dacă era o problemă de codificare, instrumentul de care aveau nevoie venea dinspre combinatorică și teoria informației. Împreună cu fizicienii, i-au consultat pe criptoanaliști.

Gamow însuși a început impulsiv prin a crea un cod combinatoriu. După cum a văzut el, problema era de a trece de la cele patru baze din ADN la cei douăzeci de aminoacizi cunoscuți din proteine – un cod, așadar, cu patru litere și douăzeci de cuvinte.* Pura combinatorică l-a făcut să se gândească la nucleotide triplete: cuvinte din trei litere. Avea o soluție detaliată – curând cunoscută drept „codul diamant" – publicată în *Nature* peste câteva luni. După alte câteva luni, Crick a arătat că soluția era total greșită: datele experimentale privind secvențele de proteine au exclus codul diamant. Dar Gamow nu se dădea bătut. Ideea tripletelor era seducătoare. O distribuție neașteptată de savanți s-au alăturat vânătorii: Max Delbrück, un fost fizician, acum la Caltech în domeniul biologiei; prietenul său Richard Feynman, teoreticianul quantic; Edward Teller, celebrul artizan de bombe; un alt fost cercetător la Los Alamos, matematicianul Nicholas Metropolis; și Sidney Brenner, care i s-a alăturat lui Crick la Cavendish.

Toți aveau diferite idei de codificare. Din punct de vedere matematic, problema i se părea descurajantă chiar și lui Gamow. „La fel ca și spargerea mesajelor inamicului din tim-

* Listând douăzeci de aminoacizi, Gamow depășea ceea ce se cunoștea de fapt. Numărul douăzeci s-a dovedit a fi corect, deși lista lui Gamow nu era (n.a.).

pul războiului", a scris el în 1954, „succesul depinde de lungimea disponibilă a textului codificat. După cum vă va spune orice ofiţer de informaţii, munca e foarte grea, iar succesul depinde în cea mai mare parte de noroc. . . . Mă tem că problema nu poate fi rezolvată fără ajutorul computerului electronic.".[18] Gamow şi Watson au hotărât să înfiinţeze un club: Clubul Cravatei ARN*, format din exact douăzeci de membri. Fiecare membru a primit o cravată de lână, în negru şi verde, confecţionată după designul lui Gamow de către un ceaprazar din Los Angeles. Partida jucându-se în cadru restrâns, Gamow dorea să creeze un canal de comunicaţie care să ocolească publicaţiile din reviste. Niciodată noutăţile ştiinţifice nu se mişcaseră atât de rapid. „Multe dintre conceptele esenţiale au fost propuse iniţial în discuţii informale de ambele părţi ale Atlanticului şi erau apoi transmise în grabă celor iniţiaţi", a spus un alt membru, Gunther Stent, „prin intermediul unor discuţii private la scară internaţională".[19] Au fost starturi ratate, presupuneri trăznite şi căi înfundate, iar comunitatea biochimiştilor proeminenţi nu s-a lăsat antrenată de bunăvoie.

„Lumea nu *credea* neapărat în cod", a spus Crick mai târziu. „Majoritatea biochimiştilor pur şi simplu nu gândeau pe aceste coordonate. Era o idee cu totul nouă şi, în plus, erau înclinaţi să creadă că era şi o suprasimplificare." Ei credeau că drumul spre înţelegerea proteinelor ar fi studiul sistemelor de enzime şi al cuplării unităţilor de peptide. Ceea ce era destul de rezonabil.

Ei socoteau că sinteza proteinelor nu putea fi o simplă chestiune de codificare dintr-un lucru în altul; suna prea mult a ceva inventat

* În original, the RNA Tie Club – joc de cuvinte greu traductibil: „tie" înseamnă deopotrivă cravată şi legătură, un alt sens al expresiei putând fi „legătura de ARN", miza cercetărilor efectuate de către membrii grupului (n.a.).

de către un fizician. Lor nu le suna a biochimie. . . . Așa că exista o oarecare rezistență față de idei simple precum aceea că trei nucleotide codifică un aminoacid; lumea credea că era un soi de păcăleală.[20]

Situat la extrema opusă, Gamow trecea cu vederea detaliile biochimice pentru a scoate în față o idee de o șocantă simplitate: aceea că fiecare organism viu este determinat de „un lung număr scris în sistemul cvadridigital". El numea aceasta „numărul fiarei" (de la Cartea Apocalipsei). Dacă două fiare au același număr, ele sunt gemeni identici.[21]

De acum, cuvântul *cod* era atât de adânc întipărit în conversație, încât oamenii rareori se opreau să bage de seamă cât de extraordinar era să descoperi un astfel de lucru – simboluri abstracte reprezentând în mod arbitrar niște simboluri abstracte diferite, active în chimia de la nivel molecular. Codul genetic îndeplinea o funcție având stranii asemănări cu codul matematic inventat de Gödel pentru scopurile sale filosofice. Codul lui Gödel substituie numere simple expresiilor și operațiilor matematice; codul genetic utilizează triplete de nucleotide ca să reprezinte aminoacizi. Douglas Hofstadter a fost primul care să fi făcut în mod explicit această conexiune, în anii 1980: „între mecanismul complex dintr-o celulă vie, care face posibil ca o moleculă de ADN să se replice pe sine, și mecanismul inteligent dintr-un sistem matematic, care dă unei formule capacitatea de a spune niște lucruri despre sine". În ambele cazuri, el a văzut o buclă răsucită de feedback. „Nimeni nici măcar nu a bănuit că un set de substanțe chimice ar putea să *codifice* pentru un alt set", a scris Hofstadter.

Într-adevăr, ideea în sine este oarecum derutantă: dacă există un cod, cine l-a inventat? Ce fel de mesaje sunt scrise în el? Cine le scrie? Cine le citește?[22]

Clubul a recunoscut că problema nu era doar stocarea informației, ci transferul ei. ADN-ul îndeplinește două funcții diferite. În primul rând, păstrează informația. O face copiindu-se pe sine, din generație în generație, pe durata unor eoni – o Bibliotecă din Alexandria care își păstrează datele în siguranță copiindu-le de miliarde de ori. În pofida frumosului dublu helix, acest depozit de informație este în esență unidimensional: un șir de elemente dispuse în linie. În ADN-ul uman, unitățile de nucleotide numără peste un miliard și acest mesaj detaliat de un gigabit trebuie să fie conservat perfect sau aproape perfect. În al doilea rând, totuși, ADN-ul trimite, de asemenea, informația în afară spre a fi utilizată în construcția organismului. Datele stocate într-un fir unidimensional trebuie să înflorească în trei dimensiuni. Acest transfer de informație are loc prin intermediul mesajelor care trec de la acizii nucleici către proteine. Astfel încât ADN-ul nu doar se reproduce pe sine; pe lângă aceasta, dictează fabricarea a ceva cu totul diferit. Aceste proteine, cu propria lor complexitate enormă, servesc drept material pentru un corp, sunt mortarul și cărămizile, totodată sistemul de comandă, țevăria, cablajele și semnalele chimice care controlează creșterea.

Replicarea ADN-ului este o copiere de informații. Fabricarea proteinelor este un transfer de informații: expedierea unui mesaj. Biologii pot vedea acum cu claritate acest lucru, pentru că *mesajul* este în prezent bine definit și detașat de orice substrat particular. Dacă mesajele pot fi purtate de unde sonore și impulsuri electrice, de ce nu și de procese chimice?

Gamow a încadrat problema simplu: „Nucleul unei celule vii este un depozit de informații". În plus, a spus el, este un transmițător de informații. Continuitatea oricărei forme de viață provine din acest „sistem informațional"; obiectul adecvat de studiu al geneticii este „limbajul celulelor".[23]

Când codul diamant al lui Gamow s-a dovedit greşit, el a încercat un „cod triunghiular", în mai multe variante – de asemenea greşite. Grupurile ternare şi-au păstrat poziţia centrală, iar o soluţie părea chinuitoar de aproape, însă de neatins. O problemă era modul în care natura introducea semne de punctuaţie în aparent neîntreruptele şiraguri de ADN şi ARN. Nimeni nu a putut vedea un echivalent biologic al pauzelor care separau literele în codul Morse sau spaţiile dintre cuvinte. Poate că fiecare a patra bază era o virgulă. Sau poate că (a sugerat Crick) virgulele nu ar fi necesare dacă anumite triplete aveau „sens" şi altele erau „nonsensuri".[24] Apoi, poate că un fel de cititor de bandă avea nevoie doar să înceapă dintr-un anumit punct şi să numere nucleotidele în grupuri de câte trei. Printre matematicienii atraşi de această problemă, era un grup de la noul Jet Propulsion Laboratory din Pasadena, California, constituit pentru a lucra în cercetări aerospaţiale. Lor li se părea o problemă clasică din teoria despre codificare a lui Shannon: „secvenţa de nucleotide ca un mesaj infinit, scris fără punctuaţie, din care orice porţiune finită trebuie să fie decodificabilă într-o secvenţă de aminoacizi prin introducerea potrivită de virgule".[25] Ei au elaborat un *dicţionar* de coduri. Au avut în vedere problema *erorilor de tipar*.

Biochimia conta. Toţi criptoanaliştii din lume, fără eprubete şi bucătăria de laborator, nu ar fi fost în stare să ghicească unul dintre toate răspunsurile posibile din univers. Atunci când codul genetic a fost rezolvat, la începutul anilor 1960, s-a dovedit a fi plin de redundanţă. Mare parte din cartografierea nucleotidelor în aminoacizi părea arbitrară – nu atât de precis modelate pe cât au fost toate propunerile lui Gamow. Unii aminoacizi corespund unui sigur codon*, alţii unor grupuri de

* Codon – secvenţă de trei nucleotide din molecula de ADN care codifică un aminoacid specific (n.t.).

câte două, patru sau şase. Particule numite ribozomi se deplasează unidirecţional de-a lungul firului de ARN şi îl traduc, trei baze o dată. Unele codoane sunt redundante; altele servesc de fapt ca semnale de start şi de oprire. Redundanţa serveşte exact scopului aşteptat de către un teoretician al informaţiei. Ea furnizează toleranţă faţă de erori. Zgomotul afectează mesajele biologice ca şi pe toate celelalte. Erorile în ADN – greşeli de tipar – sunt mutaţii.

Chiar înainte de aflarea răspunsului exact, Crick i-a cristalizat principiile fundamentale într-o formulare pe care el a numit-o (şi este denumită până astăzi) Dogma Centrală. Este o ipoteză despre direcţia evoluţiei şi originea vieţii; este demonstrabilă în termenii entropiei Shannon în cadrul alfabetelor chimice posibile:

> Odată ce „informaţia" a trecut în proteine, ea nu mai poate ieşi. Mai amănunţit, transferul de informaţii de la acid nucleic la acid nucleic sau de la acid nucleic la proteină poate fi posibil, dar transferul de la proteină la proteină sau de la proteină la acid nucleic este imposibil. Informaţie înseamnă aici determinarea precisă a secvenţei.[26]

Mesajul genetic este independent şi impenetrabil: nicio informaţie venită dinspre evenimente exterioare nu-l poate modifica.

Informaţia nu a mai fost scrisă vreodată atât de mărunt. E aici o scriitură la scară de angstromi*, publicată acolo unde nimeni nu o poate vedea, Cartea Vieţii într-o ureche de ac.

---

* Angstrom – unitate de măsură pentru lungimi de undă, egală cu a zecea milioana parte dintr-un milimetru (n.t.).

Omne vivum ex ovo. „Descrierea completă a organismului este deja scrisă în ou", i-a spus Sydney Brenner lui Horace Freeland Judson, marele cronicar al biologiei moleculare, la Cambridge în iarna lui 1971. „Înăuntrul fiecărui animal există o descriere internă a acelui animal. . . . Ceea ce va fi dificil este cantitatea imensă de detalii care vor trebui să fie subsumate. Cel mai economic limbaj al descrierii este descrierea moleculară, genetică care se află deja acolo. Încă nu ştim, în acel limbaj, care sunt *denumirile*. Ce-şi spune organismul *sieşi*? Nu putem spune că un organism posedă, de exemplu, un nume pentru deget. Nu există nicio garanţie că în facerea unei mâini, explicaţia poate fi formulată în termenii de care noi ne folosim pentru a confecţiona o mănuşă."[27]

Brenner era într-o stare de spirit meditativă, sorbind un pahar de sherry înainte de cină, la King's College. Când a început să lucreze cu Crick, în urmă cu mai puţin de două decenii, biologia moleculară nu avea nici măcar un nume. Peste două decenii, în anii 1990, savanţii din toată lumea aveau să realizeze cartografierea întregului genom uman: poate 20 000 de gene, 3 miliarde de perechi de baze. Care era schimbarea cea mai fundamentală? Era o modificare de cadru conceptual, de la energie şi materie către informaţie.

„Toată biochimia de până în anii '50 era preocupată să afle de unde obţii energia şi materialele pentru funcţionarea celulei", a spus Brenner. „Biochimiştii nu se gândeau decât la fluxul de energie şi la fluxul de materie. Biologii moleculari au început să discute despre fluxul de informaţie. Privind retrospectiv, se poate vedea că dublul helix a dus la înţelegerea faptului că informaţia din sistemele biologice ar putea fi studiată în bună măsură la fel ca şi energia şi materia. . . ."

„Uite", i-a spus el lui Judson, „să-ţi dau un exemplu. Dacă te duceai la un biolog acum douăzeci de ani şi-l întrebai: Cum

se face o proteină?, ţi-ar fi spus: Ei bine, e o problemă groaznică, nu ştiu . . ., dar întrebarea importantă este de unde iei energia care să lege peptidele. Pe când biologul molecular ar fi spus: Nu asta e problema, problema importantă este de unde iei instrucţiunile de asamblare a secvenţei de aminoacizi şi la naiba cu energia; energia are singură grijă de ea".

În acel moment, jargonul tehnic al biologilor includea cuvinte precum *alfabet, bibliotecă, editare, citire sigură, transcriere, traducere, nonsens, sinonim* şi *redundanţă.* Genetica şi ADN-ul atrăseseră atenţia nu numai criptografilor, ci şi lingviştilor clasici. S-a descoperit că anumite proteine, capabile să sară de la o stare relativ stabilă la alta, acţionează ca nişte relee, acceptând comenzi cifrate pentru a le transmite vecinelor lor – centrale pentru reţele de comunicaţii în trei dimensiuni. Privind în urmă, Brenner credea că centrul atenţiei avea să se îndrepte în egală măsură spre informatică. Avea în vedere o ştiinţă – deşi încă fără nume – despre haos şi complexitate. „Cred că în următorii douăzeci şi cinci de ani va trebui să-i învăţăm pe biologi încă un limbaj", a spus el. „Încă nu ştiu cum se numeşte; nimeni nu ştie. Dar ţinta avută în vedere, cred eu, este problema fundamentală a teoriei sistemelor complexe." Şi-a amintit de John von Neumann, în zorii teoriei informaţiei şi ai ciberneticii, propunând să se înţeleagă procesele biologice şi mentale în termeni de cum ar putea să opereze o maşină de calcul. „Cu alte cuvinte", a spus Brenner, „pe când o ştiinţă ca fizica lucrează în termeni de legi sau o ştiinţă precum biologia moleculară, deocamdată, este formulată în termeni de mecanisme, poate că acum trebuie să începem să gândim la algoritmi. Reţete. Proceduri".

Dacă vrei să ştii ce este un şoarece, întreabă în schimb cum ai putea construi un şoarece. Cum se construieşte şoarecele pe sine? Genele şoarecelui se comută unele pe celelalte deschis şi

închis şi efectuează calcule, pas cu pas. „Am sentimentul că noua biologie moleculară trebuie să meargă în această direcţie – să exploreze computerele de înalt nivel logic, programele, algoritmii dezvoltării. . ."

„Ar fi plăcut să poţi fuziona cele două – să poţi să te mişti între componenta de hardware molecular şi cea de software *logic* privind felul în care este organizat totul, fără sentimentul că sunt ştiinţe diferite."

Chiar şi acum – sau mai ales acum –, gena nu era ceea ce părea. După ce începuse ca o bănuială a unui botanist şi ca o convenţie algebrică, fusese depistată în cromozomi şi dezvăluită ca nişte şuviţe moleculare răsucite. A fost decodificată, numerotată şi catalogată. Şi, apoi, la apogeul biologiei moleculare, ideea genei s-a desprins din nou de la chei.

Cu cât se ştia mai mult, cu atât era mai greu de definit. Este o genă nici mai mult, nici mai puţin decât ADN? Este *făcută* din ADN sau este ceva *transportat* în ADN? Este corect definită ca un lucru material?

Nu toată lumea era de acord în această privinţă. Gunther Stent a declarat, în 1977, că unul dintre cele mai mari triumfuri a fost „identificarea lipsită de ambiguităţi" a genei mendeliene drept o porţiune specifică din ADN. „Acesta este sensul în care toţi geneticienii activi folosesc acum termenul «genă»", a scris el. Într-o exprimare tehnică, dar succintă: „Gena este, de fapt, o dispunere liniară de nucleotide ADN care determină o dispunere liniară de aminoacizi din proteine".[28] Seymour Benzer, a spus Stent, este acela care a stabilit definitiv acest lucru.

Şi totuşi, Benzer însuşi nu fusese chiar atât de încrezător. El a argumentat încă din 1957 că gena clasică era moartă. Era un concept care încerca să servească trei scopuri deodată – ca

unitate de recombinare, de mutație și de funcție – și deja el avea motive puternice să suspecteze că acestea erau incompatibile. Un fir de ADN poartă multe perechi de baze, ca boabele de fasole pe o ață sau ca literele dintr-o propoziție; ca obiect fizic, nu putea fi numită o unitate elementară. Benzer a oferit un grup de noi nume de particule: „recon", pentru cea mai mică unitate care poate fi interschimbată prin recombinare; „muton", pentru cea mai mică unitate de schimbare mutațională (o singură pereche de baze); și „cistron" pentru unitatea de funcționare – care, în schimb, admitea el, era dificil de definit. „Depinde la ce nivel este gândită funcția", a scris el – poate numai specificarea unui aminoacid sau poate un întreg ansamblu de pași, „conducând la *un* efect-scop fiziologic particular".[29] *Gena* nu dispărea, dar era o mare încărcătură pe care un mic cuvânt trebuia să o poarte.

În parte, ceea ce se întâmpla era o ciocnire între biologia moleculară și biologia evoluționistă, așa cum era studiată în domenii de la botanică la paleontologie. Era o ciocnire tot atât de fertilă ca și oricare alta din istoria științei – în scurt timp, niciuna dintre părți nu ar mai fi putut să avanseze fără cealaltă – dar, pe parcurs, au ieșit și scântei. Câteva dintre ele au fost declanșate de către un tânăr zoolog de la Oxford, Richard Dawkins. I se părea lui Dawkins că mulți dintre colegii săi vedeau viața dintr-o perspectivă greșită.

Odată ce biologia moleculară și-a pus la punct cunoașterea detaliilor ADN-ului și a devenit mai pricepută în manipularea acestor minuni moleculare, era firesc să le privească drept răspunsul la marea întrebare privind viața: cum se reproduc singure organismele? Folosim ADN-ul așa cum folosim plămânii ca să respirăm sau ochii ca să vedem. Îi *folosim*. „Această atitudine este o eroare de mare profunzime", a scris Dawkins. „Este adevărul răsturnat zdrobitor cu capul în jos."[30] Primul a

fost ADN-ul – cu miliarde de ani în urmă –, şi ADN-ul a fost primul, argumenta el, atunci când viaţa este privită din perspectiva corectă. Din acea perspectivă, genele sunt centrul, condiţia *sine qua non*, starul spectacolului. În prima sa carte – publicată în 1976 şi adresată unui public larg, provocator intitulată *Gena egoistă* –, el a închis decenii de dispute, declarând: „Noi suntem maşini de supravieţuire – vehicule, roboţi, orbeşte programaţi să conservăm moleculele egoiste cunoscute drept gene".[31] A spus că acesta era un adevăr pe care îl aflase de mulţi ani.

Genele, nu organismele, sunt adevăratele unităţi ale selecţiei naturale. Ele au început ca „replicatori" – molecule formate accidental în supa primordială, cu proprietatea neobişnuită de a face copii ale lor însele.

> Ei [replicatorii] sunt vechii maeştri ai artelor de supravieţuire.* Dar nu-i mai căutaţi aiurea prin apele mărilor; de mult au renunţat la această libertate frivolă. Acum, roiesc în colonii uriaşe, adăpostiţi în interiorul unor gigantici roboţi greoi, izolaţi de lumea din afară, cu care comunică pe întortochiate căi indirecte şi pe care o manipulează prin telecomandă. Ei sunt în mine şi în dumneavoastră; ei ne-au creat pe toţi, cu trup şi suflet; iar conservarea lor este raţiunea ultimă a existenţei noastre. Au străbătut o cale lungă aceşti replicatori. Acum, merg mai departe sub numele de gene, iar noi suntem maşinile lor de supravieţuire.[32]

Era garantat că această declaraţie va zbârli părul organismelor care se credeau ai fi mai mult decât nişte roboţi. „Biologul englez Richard Dawkins mi-a zbârlit părul pe spate", a scris Stephem Jay Gould în 1977, „cu pretenţia lui că

---

* În original, „survival arts"; joc de cuvinte intraductibil, care face aluzie la „martial arts" – artele marţiale (n.t.).

genele însele sunt unități ale selecției, iar indivizii, doar receptaculele lor exterioare".[33] Gould a avut o mulțime care i-a ținut isonul. Gunther Stent l-a descalificat pe Dawkins ca pe un „student de treizeci și șase de ani care studiază comportamentul animalelor" și l-a încadrat în „străvechea tradiție preștiințifică a animismului, în care obiectele naturale sunt înzestrate cu suflete".[34]

Și, totuși, cartea lui Dawkins era sclipitoare și transformatoare. Ea a stabilit o nouă înțelegere multistratificată a genei. Mai întâi, ideea unei gene egoiste părea un truc de perspectivă sau o glumă. Samuel Butler spusese, în urmă cu un secol – și nu pretindea să fi fost primul –, că o cloșcă este numai drumul unui ou către a face un alt ou. Butler era foarte serios, în felul său:

> Fiecărei creaturi trebuie să-i fie permis să-și „conducă" propria dezvoltare pe propriul său drum; drumul oului poate să pară un mod foarte răsturnat de a face lucrurile; dar este drumul său și este unul de care omul, în linii mari, nu are motive să se plângă. De ce ar fi considerată găina mai vie decât oul și de ce s-ar spune că găina face oul și nu că oul face găina, acestea sunt întrebări care se află dincolo de puterea explicației filosofice, dar sunt poate cel mai aproape de a-și afla răspunsul dacă ținem seama de trufia omului și de obiceiul său, păstrat de-a lungul multor epoci, de a ignora tot ceea ce nu-i reamintește de sine însuși.[35]

A mai adăugat: „Dar, poate că, la urma urmei, adevăratul motiv este acela că oul nu cotcodăcește când face găina". După o vreme, șablonul lui Butler, *X este numai felul lui Y de a face un alt Y*, a început să reapară în multe forme. „Un cărturar", a spus Daniel Dennett în 1995, „este numai modul bibliotecii de a face o altă bibliotecă".[36] Nici Dennett nu glumea în totalitate.

Era o dovadă de clarviziune din partea lui Butler să ironizeze în 1878 o viziune antropocentrică despre viaţă, dar el îl citise pe Darwin şi putea să ştie că întreaga creaţie nu fusese proiectată în beneficiul lui *Homo sapiens*. „Antropocentrismul este un viciu handicapant al intelectului"[37], a spus Edward O. Wildon peste un secol, însă Dawkins aducea o şi mai radicală schimbare de perspectivă. El înghiontea afară nu numai fiinţa umană (şi găina), ci organismul, în toată măreţia sa diversificată. Cum putea biololgia să *nu* fie studiul organismelor? El nu a minimalizat dificultatea atunci când a scris: „E nevoie de un efort mintal deliberat pentru a repune biologia pe drumul cel bun, reamintindu-ne că replicatorii au fost primii, atât în importanţă, cât şi în istorie".[38]

O parte din scopul lui Dawkins a fost să explice altruismul: comportamente ale indivizilor care se opun propriilor lor interese. Natura e plină de exemple de animale care îşi riscă propriile vieţi în favoarea progeniturilor, a verişorilor sau doar a membrilor din acelaşi club genetic. În plus, ele împart hrana; cooperează în construirea de stupi şi baraje; îşi apără cu cerbicie ouăle. Ca să explice un astfel de comportament – ca să explice orice adaptare, la drept vorbind –, se pune întrebarea criminalistului, *cui bono*? Cine beneficiază atunci când o pasăre atrage un prădător şi scoate ţipete, avertizând stolul dar, totodată, atrăgând atenţia asupra sa? E tentant să gândim în termeni de bine al grupului – familia, tribul sau specia –, dar majoritatea teoreticienilor sunt de acord că evoluţia nu funcţionează astfel. Selecţia naturală rareori poate să opereze la nivel de grupuri. Rezultă, totuşi, că multe explicaţii se articulează de minune dacă se gândeşte individul ca încercând să îşi propage varietatea lui specifică de gene în viitor. Specia sa împărtăşeşte cea mai mare parte dintre aceste gene, firesc, iar rudele sale chiar şi mai mult. Nu e vorba de o încercare *con-*

ştientă de a face acest lucru. Nici nu ar atribui cineva, desigur, o intenţie genei însăşi – minusculă entitate lipsită de creier. Dar funcţionează destul de bine, după cum arată Dawkins, să inversăm perspectivele şi să spunem că gena lucrează pentru a-şi maximiza propria replicare. De exemplu, o genă „ar putea să-şi asigure supravieţuirea prin tendinţa de a înzestra corpurile succesive cu picioare lungi, care ajută acele corpuri să scape de prădători".[39] O genă ar putea să-şi maximizeze propriul său număr dând unui organism impulsul instinctiv de a-şi sacrifica viaţa pentru a-şi salva puii: gena însăşi, acel grup special de ADN, moare odată cu creatura ei, dar copii ale genei trăiesc mai departe. Procesul este orb. Nu are prevedere, intenţie, cunoaştere. Genele sunt, de asemenea, oarbe. „Ele nu planifică dinainte", spune Dawkins. „Genele doar *sunt*, unele mai mult decât altele, şi asta-i tot ce e de spus despre ele."[40]

Istoria vieţii începe odată cu apariţia întâmplătoare a unor molecule suficient de complexe pentru a servi drept cărămizi de construcţie – replicatorii. Replicatorul este un purtător de informaţie. El supravieţuieşte şi se răspândeşte copiindu-se pe sine. Copiile trebuie să fie coerente şi sigure, dar nu au nevoie să fie perfecte; dimpotrivă, pentru a se desfăşura evoluţia, trebuie să apară erori. Replicatorii au putut să existe mult timp înainte de ADN, chiar înainte de proteine. Într-un scenariu, propus de către biologul scoţian Alexander Cairns-Smith, replicatorii au apărut în straturi lipicioase de cristale de clei: molecule complexe de minerale de siliciu. În alte modele, câmpul de joc evoluţionar este mai tradiţionala „supă primordială". Indiferent cum, unele dintre aceste macromolecule purtătoare de informaţii se dezintegrează mai rapid decât altele; unele fac copii mai multe sau mai bune; unele au efectul chimic de a sparge moleculele concurente. Absorbind energie fotonică de la soare, ca nişte minusculi demoni ai lui Maxwell

ce sunt, moleculele de acid ribonucleic, ARN, catalizează formarea unor molecule mai mari şi mai bogate în informaţii. ADN, mereu din ce în ce mai stabil, posedă dubla capacitate de a se copia pe sine şi de a fabrica, totodată, un alt tip de molecule, ceea ce oferă un avantaj special. Se poate proteja pe sine construind o cochilie de proteine de jur împrejurul său. Aceasta este „maşina de supravieţuire" a lui Dawkins – întâi celule, apoi corpuri din ce în ce mai mari, cu inventare tot mai bogate de membrane, ţesuturi, membre, organe şi abilităţi. Ele sunt vehiculele extravagante, întrecându-se cu alte vehicule, convertind energie şi chiar procesând informaţie. În jocul supravieţuirii, unele vehicule scot altele din joc, le dejoacă planurile şi se propagă mai repede.

A durat ceva timp, dar perspectiva centrată pe genă, bazată pe informaţie, a condus la un nou gen de investigaţie de detectiv în descoperirea urmelor istoriei vieţii. Pe când paleontologii privesc în urmă, căutând prin rămăşiţele fosile precursorii scheletici ai aripilor şi cozilor, biologii moleculari şi biofizicienii caută indicatori de relicve de ADN în hemoglobină, oncogene şi în tot restul bibliotecii de proteine şi enzime. „Este în curs de constituire o arheologie moleculară", a spus Werner Loewenstein. Istoria vieţii este scrisă în termeni de entropie negativă. „Ceea ce, de fapt, evoluează este informaţia în toate formele sau transformările ei. Dacă ar fi existat ceva de genul unui ghid al creaturilor vii, cred, primul rând ar suna ca o poruncă biblică, *Fă să crească informaţia.*"[41]

Nicio genă, de una singură, nu face un organism. Insectele, plantele şi animalele sunt vehicule colective, comune, întovărăşiri cooperatiste de numeroase gene, fiecare jucând rolul ei în dezvoltarea organismului. Este un ansamblu complex, în

care fiecare genă interacţionează cu mii de alte gene, într-o ierarhie de efecte ce se extind atât în spaţiu, cât şi în timp. Corpul este o colonie de gene. Firește, el acționează, se mișcă şi procesează ca o unitate şi, în plus, cel puţin în cazul unei specii, se simte pe sine, cu impresionantă certitudine, ca fiind o unitate. Perspectiva centrată pe genă i-a ajutat pe biologi să aprecieze că genele care compun genomul uman sunt numai o fracţiune din genele transportate de fiecare persoană, deoarece fiinţele umane (ca şi alte specii) găzduiesc un întreg ecosistem de microbi – bacterii, în special, de la piele până la sistemele noastre digestive. „Microbiomii" noştri ne ajută să digerăm hrana şi să luptăm împotriva bolilor, totul în timp evoluând rapid şi flexibil în slujba intereselor noastre. Toate aceste gene intră într-un grandios proces de coevoluţie reciprocă – concurând între ele şi cu alelele lor alternative, în vastul bazin genetic din natură, dar nemaiconcurând fiecare pentru sine. Succesul sau eşecul lor vin prin interacţiune. „Selecţia favorizează acele gene care reuşesc *în prezenţa altor gene*", spune Dawkins, *„care, în schimb, reuşesc în prezenţa lor"*.[42]

Efectul fiecărei gene depinde de aceste interacţiuni cu ansamblul şi depinde, totodată, de efectele mediului şi de purul hazard. Într-adevăr, numai a vorbi despre *efectul* unei gene a devenit o treabă complicată. Nu era de ajuns să spui simplu că efectul unei gene este proteina pe care o sintetizează. S-ar putea spune că o oaie sau o cioară au o genă pentru culoarea neagră. Aceasta ar putea fi o genă care fabrică o proteină pentru pigment negru în lână sau în pene. Însă oile, ciorile şi toate celelate creaturi capabile de culoare neagră o manifestă în împrejurări şi în grade variabile; chiar şi o atât de aparent simplă calitate rareori are un comutator biologic deschis-închis. Dawkins sugerează cazul unei gene care sintetizează o proteină ce acţionează ca o enzimă cu multe efecte

indirecte și îndepărtate, unul fiind să faciliteze sinteza pigmentului negru. Chiar și mai îndepărtat, presupuneți că o genă stimulează un organism să caute lumina soarelui, ceea ce este, în schimb, necesar pentru pigmentul negru. O astfel de genă servește doar ca un simplu co-conspirator, însă rolul ei poate să fie indispensabil. A o numi, totuși, o genă *pentru* culoare neagră devine dificil. Și sunt încă mai greu de specificat genele pentru calități mai complexe – gene pentru obezitate, agresivitate, construcția de cuiburi, istețime sau homosexualitate.[43]

Există gene pentru astfel de lucruri? Nu, dacă o genă este un fir particular de ADN care exprimă o proteină. Strict vorbind, nu se poate spune că există gene *pentru* aproape nimic – nici măcar culoarea ochilor. În schimb, ar trebui spus că diferențele dintre gene tind să cauzeze diferențe în fenotip (organismul realizat). Însă, din primele zile ale studiului eredității, savanții au vorbit despre gene în sens mai larg. Dacă o populație variază în privința unei anumite trăsături – să spunem, înălțimea – și dacă variația este supusă selecției naturale, atunci, prin definiție, este cel puțin parțial genetică. Există o componentă genetică a variației de înălțime. Nu există nicio genă pentru picioare lungi; nu există nici măcar o genă pentru picioare. Construcția unui picior necesită multe gene, fiecare eliberând instrucțiuni sub formă de proteine, unele fabricând materii prime, altele cu funcții de cronometrare și comutări deschis-închis. Unele dintre aceste gene au cu siguranță efectul de a face picioarele mai lungi decât ar fi fost altminteri și acestea sunt genele pe care le putem numi, pe scurt, gene *pentru* picioare lungi – atâta timp cât ne amintim că lungimea picioarelor nu este direct reprezentată sau codificată în genă.[44]

Astfel, geneticienii și zoologii, etologii și paleontologii au căpătat cu toții obiceiul de a spune „o genă pentru X", în loc de „o contribuție genetică la variația lui X".[45] Dawkins i-a for-

ţat să se confrunte cu consecinţele logice. Dacă există vreo variaţie genetică a unei trăsături – culoarea ochilor sau obezitatea –, atunci trebuie să existe o genă sau nişte gene pentru acea trăsătură. Nu are importanţă că apariţia efectivă a acelei trăsături poate să depindă de o insondabilă grupare de alţi factori, care pot fi de mediu sau chiar accidentali. Spre ilustrare, el a oferit un exemplu în mod deliberat extrem: o genă pentru citit.

> Tot ceea ce ne trebuie pentru a stabili existenţa unei gene pentru citit este să descoperim o genă pentru necitit, să spunem o genă care induce o leziune cerebrală de natură să provoace o dislexie specială. O astfel de persoană dislexică poate să fie normală şi inteligentă în toate privinţele, cu excepţia faptului că nu poate citi. Niciun genetician nu ar fi deosebit de surprins dacă acest tip de dislexie s-ar dovedi înnăscut în manieră mendeliană. Evident, în acest caz, gena şi-ar manifesta efectul numai într-un mediu care include educaţia normală. Într-un mediu preistoric, s-ar fi putut să nu aibă niciun efect detectabil ori s-ar fi putut să aibă un efect diferit şi să fi fost cunoscut geneticienilor locuind în peşteri drept, să spunem, o genă pentru incapacitatea de a citi urmele lăsate de animale. . . .
>
> Decurge din convenţiile obişnuite ale terminologiei genetice că gena sălbatică din acelaşi locus, gena pe care restul populaţiei o posedă în doză dublă, ar fi corect denumită genă „pentru citit". Dacă aveţi obiecţii, atunci trebuie să obiectaţi, de asemenea, şi împotriva discuţiei despre înălţime în boabele de fasole ale lui Mendel. . . . În ambele cazuri, caracteristica interesantă este o diferenţă şi, în ambele cazuri, diferenţa se dezvăluie numai într-un mediu specific. Motivul pentru care ceva atât de simplu precum diferenţa de o genă poate avea un efect atât de complex . . . este, în mod fundamental, după cum urmează. Oricât de complexă ar putea fi o stare dată a lumii, diferenţa între acea stare a lumii şi o stare alternativă a lumii poate fi cauzată de ceva extrem de simplu.[46]

Poate exista o genă pentru altruism? Da, spune Dawkins, dacă aceasta înseamnă „orice genă care influențează dezvoltarea sistemelor nervoase în așa fel încât să facă probabil comportamentul lor altruist".[47] Astfel de gene – acești replicatori, acești supraviețuitori – nu știu nimic despre altruism și nimic despre citit, bineînțeles. Orice ar fi și orinde s-ar afla, efectele lor fenotipice contează doar în măsura în care contribuie la propagarea genelor.

Biologia moleculară, prin reușita ei inaugurală, a redus gena la o bucată de ADN care codifică proteinele. Aceasta era definiția hardware. Definiția software era mai veche și mai scămoasă: unitatea de ereditate; purtătoarea unei diferențe fenotipice. Cele două definiții necoexistând în bună pace, Dawkins a privit dincolo de amândouă.

Dacă genele sunt înțelese ca maeștri ai supraviețuirii, cu greu pot fi niște fragmente de acid nucleic. Asemenea lucruri trec repede. A spune că un replicator reușește să supraviețuiască timp de eoni înseamnă a defini replicatorul ca pe *toate copiile considerate drept una.* În acest fel, gena nu „devine senilă", a declarat Dawkins.

> Nu este mai probabil să moară la vârsta de un milion de ani decât la o sută de ani. Ea sare din corp în corp de-a lungul generațiilor, manipulând corp după corp în felul ei și în vederea propriilor sale scopuri, părăsind o succesiune de corpuri muritoare înainte ca acestea să se scufunde în senilitate și moarte.[48]

„Ceea ce fac eu", spune el, „este să subliniez potențiala cvasiimortalitate a unei gene, sub formă de copii, drept proprietatea sa definitorie". Acesta este punctul în care viața se eliberează de odgoanele materiale care o țin legată la țărm. (Afară de cazul în care credeați deja în nemurirea sufletului.)

Gena nu este o macromoleculă purtătoare de informație. Gena este informație. Fizicianul Max Delbrück a scris în 1949: „Astăzi tendința este de a spune că «genele nu sunt decât molecule sau particule ereditare» și, astfel, de a scăpa de abstracții".[49] Acum, abstracțiile au revenit.

Unde, atunci, se găsește oricare genă particulară – să spunem, gena pentru picioare lungi la oameni? Este aproape ca și cum am întreba unde se află *Sonata pentru pian în Mi minor* de Beethoven. Este în partitura originală, scrisă de mâna compozitorului? În partitura tipărită? În oricare interpretare – sau poate în suma tuturor interpretărilor, istorice și potențiale, reale sau imaginare?

Tremolourile și sincopele scrise cu cerneală pe hârtie nu sunt muzica. Muzica nu este o serie de unde care străbat aerul; nici șanțuri gravate în vinil sau biți arși pe CD-uri; nici măcar simfoniile neuronale stârnite în creierul ascultătorului. Muzica este informația. Tot astfel, perechile de bază ale ADN-ului nu sunt gene. Ele codifică gene. Genele însele sunt făcute din biți.

11 | ÎN BAZINUL MEMELOR

(ÎMI PARAZITEZI CREIERUL)

Atunci când meditez asupra memelor, mă descopăr adesea reprezentându-mi o efemeră și intermitentă structură de scântei, sărind din creier în creier și strigând: „Eu, eu!".[1]

– Douglas Hofstadter (1983)

„Acum, prin chiar universalitatea structurilor sale, începând cu codul, biosfera pare a fi produsul unui eveniment unic", a scris Jacques Monod în 1970. „Universul nu a fost însărcinat cu viață, nici biosfera cu omul. Numărul nostru a ieșit la ruleta din Monte Carlo. E de mirare dacă, aidoma cuiva care tocmai a câștigat un milion la cazinou, ne simțim puțin ciudați și puțin ireali?"[2]

Monod, biologul parizian care a împărțit premiul Nobel pentru explicarea rolului de mesager al ARN în transferul informației genetice, nu era singurul care gândea biosfera ca fiind mai mult decât un spațiu teoretic: o entitate, compusă din toate formele de viață, simple și complexe, mustind de informații, replicându-se și evoluând, codificând de la un nivel de abstracțiune la următorul. Această viziune asupra vieții era mai abstractă – mai matematică – decât orice și-ar fi închipuit Darwin, însă el i-ar fi recunoscut principiile de bază. Selecția naturală dirijează întregul spectacol. Acum, biologii, după ce au absorbit metodele și vocabularul științei comunicării, au mers mai departe, venind cu propriile lor contribuții la înțelegerea informației însăși. Monod a propus o analogie: exact așa

cum biosfera stă pe lumea materiei neînsufleţite, tot astfel o „împărăţie abstractă" se ridică deasupra biosferei. Locuitorii acestei împărăţii? Idei.

> Ideile au păstrat unele dintre proprietăţile organismelor. Ca şi acestea, ele tind să-şi perpetueze structura şi să se înmulţească; şi ele pot să fuzioneze, să se recombine, să-şi separe conţinutul; într-adevăr, ele pot să evolueze şi, în această evoluţie, selecţia trebuie să joace cu siguranţă un rol important.[3]

Ideile au „forţă de răspândire", nota el, „ca şi cum ar fi infecţioase" – şi unele mai mult decât altele. Un exemplu de idee infecţioasă ar putea fi o ideologie religioasă, care pune stăpânire pe un grup numeros de oameni. Neurofiziologul american Roger Sperry enunţase o idee similară cu câţiva ani mai devreme, argumentând că ideile sunt „tot atât de reale" ca şi neuronii în care locuiesc. Ideile au putere, a spus el.

> Ideile dau naştere la idei şi contribuie la evoluţia altor idei. Ele interacţionează între ele şi cu alte forţe mentale din acelaşi creier, din creieri apropiaţi şi, mulţumită comunicării globale, din creieri aflaţi la mare, foarte mare distanţă. Şi ele interacţionează, totodată, cu împrejurările externe pentru a produce în ansamblu un avans exploziv al evoluţiei, care se află de departe dincolo de orice s-a ivit până acum pe scena evoluţionară. . . .
>
> Nu mă voi hazarda să emit o teorie privind selecţia ideilor.[4]

Nici nu era nevoie. Alţii doreau să se hazardeze.

Richard Dawkins a făcut propria sa conexiune între evoluţia genelor şi evoluţia ideilor. Actorul lui esenţial era replicatorul şi abia conta dacă replicatorii erau făcuţi din acid nucleic. Regula lui este: „întreaga viaţă evoluează prin supravieţuirea diferenţială a entităţilor replicante". Oriunde există viaţă, tre-

buie să existe replicatori. Poate că, în alte lumi, replicatorii s-ar putea naşte dintr-o chimie bazată pe siliciu – sau pe niciun fel de chimie.

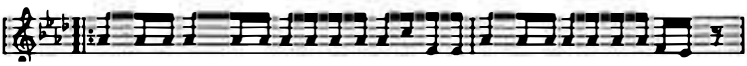
Ce ar însemna pentru un replicator să existe fără chimie? „Cred că un nou tip de replicator a apărut recent pe această planetă", a proclamat el la sfârşitul primei sale cărţi, din 1976. „Ne priveşte în faţă. Este încă în copilărie, încă plutind în derivă, neîndemânatic, în supa sa primordială, însă deja realizează schimbări evoluţionare într-un ritm care lasă gâfâind mult în urmă bătrâna genă."[5] Acea „supă" este cultura umană; vectorul de transmitere este limbajul; iar spaţiul de împerechere este creierul.

Pentru acest replicator incorporal, Dawkins a propus un nume. El l-a numit *memă* şi a devenit invenţia lui memorabilă, cu mult mai influentă decât genele sale egoiste sau prozelitismul său antireligios de mai târziu. „Memele se propagă în bazinul de meme sărind din creier în creier prin intermediul unui proces care, în sens larg, poate fi numit imitaţie", a scris el. Ele concurează unele cu celelalte pentru resurse limitate: timp de creier sau lărgime de creier. Ele concurează mai ales pentru *atenţie*. De exemplu:

Idei. Dacă o idee se naşte o singură dată sau reapare de mai multe ori, ea poate să prospere în bazinul de meme sau poate să se împuţineze şi să dispară. Credinţa în Dumnezeu este un exemplu pe care-l oferă Dawkins – o idee străveche, replicându-se nu doar în cuvinte, ci şi în muzică şi în artă. Credinţa că Pământul gravitează în jurul Soarelui este nu mai puţin o memă, concurând cu altele pentru a supravieţui. (Adevărul poate fi o calitate utilă unei meme, dar nu e decât una printre multe altele.)

Melodii. Această melodie

s-a răspândit timp de secole pe cuprinsul mai multor continente. Această melodie însă,



una notorie, deşi de mai scurtă durată invadatoare a creierilor, a cucerit o imensă populaţie mult mai rapid.

Fraze memorabile. Un fragment de text, „Ce-a meşterit Dumnezeu?", a apărut devreme şi s-a răspândit rapid în mai multe mediumuri. Un altul, „Citeşte-mi pe buze", şi-a croit un traseu aparte în America de la sfârşitul secolului XX. „Supravieţuirea celor mai bine adaptaţi" este o memă care, la fel ca şi alte meme, a suferit mutaţii teribile („supravieţuirea celor mai graşi"; „supravieţuirea celor mai bolnavi"; „supravieţuirea celor mai şmecheri"; „supravieţuirea celor mai ridicoli"; . . .).*

Imagini. În timpul vieţii lui Isaac Newton, doar câteva mii de oameni aveau idee de felul cum arăta, deşi era unul dintre cei mai celebri bărbaţi ai Angliei, pe când acum, milioane de oameni au o idee cât se poate de clară – bazată pe multiplicarea de copii mai degrabă decât pe nişte portrete prost pictate. Şi mai universale şi indelebile sunt zâmbetul *Monei Lisa*, *Ţipătul* lui Edvard Munch şi siluetele diferiţilor extratereştri

* În original: „What hath God wrought?"; „Read my lips" – cu sensul de ceea ce auzi şi vezi, crede-mă; „Survival of the fittest" – frază ce rezumă una dintre concluziile teoriei evoluţioniste a lui Charles Darwin – devine, prin compatibilităţi şi aluzii fonetice care nu pot fi transpuse sugestiv în limba română: „Survival of the fattest – sickest – fakest – twittest" (n.t.).

din filmele de ficțiune. Acestea sunt meme, trăind o viață a lor proprie, independentă de orice realitate fizică. „Poate că nu așa arăta George Washington pe vremea lui", a fost auzit spunând un ghid despre pictura lui Gilbert Stuart de la Muzeul de Artă Metropolitan, „dar așa arată el acum".[6] Exact.

Memele se nasc în creieri și călătoresc în afară, stabilind capete de pod pe hârtie, celuloid, siliciu și oriunde în altă parte unde informația poate să ajungă. Ele nu trebuie să fie gândite ca niște particule elementare, ci ca niște organisme. Numărul trei nu este o memă; nici culoarea albastru, nici un simplu gând, nu mai mult decât o singură nucleotidă poate fi o genă. Memele sunt unități complexe, distincte și memorabile – unități cu forță de a rămâne. De asemenea, un obiect nu este o memă. Hula hoop nu este o memă; este făcut din plastic, nu din biți. Când această speță de jucărie s-a răspândit în toată lumea ca o epidemie dementă în 1958, era produsul, manifestarea fizică a unei meme sau a unor meme: setea de hula hoops; setul de îndemânări presupuse de hula hooping: balans, legănat și învârtit. Hula hoopul ca atare este un vehicul de memă. Tot astfel, în această privință, este fiecare hula hooper – un vehicul izbitor de eficient, în sensul clar explicat de către filosoful Daniel Dennett: „O căruță cu roți cu spițe nu transportă numai grâne sau mărfuri din loc în loc; ea transportă ideea strălucită a unei căruțe cu roți cu spițe dintr-o minte în alta".[7] Hula hooperii fac acest lucru pentru memele hula hoopului – iar în 1957 ele au găsit un nou vector de transmitere, programele de televiziune, expediind mesajele sale nemăsurat mai repede și mai departe decât orice căruță. Imaginea mișcătoare a hula hooperului a sedus noi minți cu

sutele, apoi cu miile şi apoi cu milioanele. Mema nu este dansatorul, ci dansul.

Noi suntem vehiculele lor şi factorii care le fac posibile. În cea mai mare parte a istoriei noastre biologice, ele au avut o existenţă trecătoare: principalul mod de transmitere era unul numit „din gură în gură". Mai târziu, totuşi, ele au reuşit să se lipească de substanţe solide: tăbliţe de lut, pereţi de peşteri, foi de hârtie. Ele dobândesc longevitate prin creioanele şi tiparniţele noastre, prin benzi magnetice şi discuri optice. Se răspândesc prin intermediul turnurilor de televiziune şi al reţelelor digitale. Memele pot fi poveşti, reţete, abilităţi, legende şi mode. Noi le copiem, fiecare la rândul său. Alternativ, din perspectiva memocentrică a lui Dawkins, ele se copiază pe ele însele. La început, unii dintre cititorii lui Dawkins s-au întrebat cât de literal să ia această afirmaţie. Avea el de gând să le atribuie memelor dorinţe, intenţii şi scopuri antropomorfice? Era vorba iar despre gena egoistă. (Salvă de tun tipică: „Genele nu pot fi egoiste sau neegoiste, nu mai mult decât pot fi atomii geloşi, elefanţii abstracţi sau biscuiţii teleologici".[8] Replică tipică: o reamintire a faptului că *egoismul* este definit de către genetician drept tendinţa de a spori şansele unuia de supravieţuire faţă de concurenţii săi.)

Felul de a vorbi la care recurge Dawkins nu voia să sugereze că memele sunt actori conştienţi, ci numai că ele sunt entităţi cu interese, care pot fi urmărite prin selecţie naturală. Interesele lor nu sunt interesele noastre. „O memă", spune Dennett, „este un pachet de informaţii cu tupeu".[9] Atunci când spunem *a lupta pentru un principiu* sau *a muri pentru o idee*, putem să ne exprimăm mai literal decât ne dăm seama. „Să mori pentru o idee; este fără discuţie nobil", a scris H.L. Mencken. „Dar cu cât mai nobil ar fi dacă oamenii ar muri pentru idei care sunt adevărate!"[10]

*Croitor, căldărar, soldat, marinar . . .** Rima şi ritmul îi ajută pe oameni să memoreze biţi din text. Sau: rima şi ritmul ajută biţii textului să fie memoraţi. Rima şi ritmul sunt calităţi care contribuie la supravieţuirea unei meme, aşa cum forţa şi viteza contribuie la supravieţuirea animalului. Limbajul structurat aduce un avantaj evoluţionar. Rima, ritmul şi sensul – pentru că sensul, la rândul său, este o formă de structură. *Mi s-a promis odată sens* în *a mea rimă; de-atunci şi până azi, am aşteptat intens, dar n-am primit nici rimă şi nici sens.*[11]

Ca şi genele, memele au efecte asupra lumii largi dincolo de ele însele: efecte fenotipice. În unele cazuri (mema pentru aprinderea focului; pentru purtarea de veşminte; pentru reînvierea lui Isus), efectele pot fi cu adevărat puternice. Pe măsură ce ele îşi propagă influenţa asupra lumii, memele influenţează astfel condiţiile ce afectează propriile lor şanse de supravieţuire. Mema sau memele ce compun codul Morse au avut puternice efecte de feedback pozitiv. „Cred că, date fiind condiţiile potrivite, replicatorii se adună automat pentru a crea sisteme sau maşini, care le transportă de colo colo şi lucrează spre a favoriza replicarea lor continuă", a scris Dawkins.[12] Unele meme aduc beneficii evidente gazdelor lor umane („uită-te înainte să sari", cunoştinţele de resuscitare pulmonară, deprinderea spălatului pe mâini înainte de a găti), dar succesul memetic şi succesul genetic nu sunt acelaşi lucru. Memele se pot replica cu impresionantă virulenţă, lăsând în urma lor brazde de pagube colaterale – medicamente patentate şi chirurgie psihică, astrologie şi satanism, mituri rasiste, superstiţii şi (un caz special) viruşi informatici. Într-un anume sens, acestea sunt cele mai interesante – memele care prosperă în detri-

---

* În original: *Tinker, tailor, soldier, sailor – Căldărar, croitor, soldat, marinar,* cântec copilăresc, menit a-i învăţa pe copii diferitele meserii – un fel de *Ala bala portocala* (n.t.).

mentul gazdelor lor, precum ideea că teroriștii sinucigași își vor primi răsplata în ceruri.

Atunci când Dawkins a fluturat prima oară *mema* memă, Nicholas Humphrey, un psiholog evoluționist, a spus imediat că aceste entități trebuie considerate „structuri vii, nu numai metaforic, ci și din punct de vedere tehnic";

> Atunci când plantezi o memă fertilă în mintea mea, tu literalmente îmi parazitezi creierul, transformându-l într-un vehicul de propagare a memei exact așa cum un virus poate să paraziteze mecanismul genetic al unei celule gazdă. Și acesta nu-i doar un mod de a vorbi – mema pentru, să zicem, „credința în viața de după moarte" se realizează efectiv sub aspect fizic, de milioane de ori, ca o structură în sistemele nervoase ale unor bărbați individuali din toată lumea.[13]

Majoritatea primilor cititori ai *Genei egoiste* au trecut peste meme ca peste niște gânduri secunde fanteziste, dar pionierul etologiei, W.D. Hamilton, recenzând cartea pentru revista *Science*, s-a aventurat să emită această predicție:

> Oricât de greu ar fi de delimitat acest termen – cu siguranță trebuie să fie mai greu decât gena, care stă destul de rău –, bănuiesc că va deveni curând de uz comun pentru biologi și, se poate spera, pentru filosofi, lingviști și alții, putând fi absorbit tot atât de mult pe cât a fost cuvântul „genă" în limba vieții cotidiene.[13]

Memele puteau să călătorească fără cuvinte chiar înainte de nașterea limbajului. Simpla mimică este suficientă pentru replicarea cunoașterii – cum să cioplești un vârf de săgeată ori să aprinzi focul. Printre animale, se știe că cimpanzeii și gorilele își însușesc comportamente prin imitație. Unele specii de păsări cântătoare învață cântecele lor, sau cel puțin variante

de cântece, după ce le-au auzit de la păsările din vecinătate (sau, mai recent, de la ornitologii cu audio-playere). Păsările dezvoltă repertorii de cântece şi dialecte melodice – pe scurt, ele prezintă o *cultură* muzicală care precede cultura umană cu eoni.[14] Fără a ţine seama de aceste cazuri speciale, pentru cea mai mare parte din istoria omenirii", memele şi limbajul au mers mână în mână. (Clişeele sunt meme.) Limbajul serveşte drept primul catalizator al culturii. El depăşeşte simpla imitaţie, răspândind cunoaşterea prin abstractizare şi codificare.

Poate că analogia cu boala era inevitabilă. Înainte să se fi înţeles ceva din epidemiologie, limbajul său a fost aplicat unor specii de informaţii. O emoţie poate fi *molipsitoare*, o melodie *se ia*, un obicei poate fi *contagios*. „Din privire în privire, contagioasă în mulţime / Panica se-ntinde"[15], a scris poetul James Thomson în 1730. Şi pofta trupească la fel, potrivit lui Milton: „Eva, ai cărei ochi săgetau contagioase flăcări".[16] Dar numai în noul mileniu, în vremea transmisiei electronice globale, identificarea a devenit a doua natură. A noastră este epoca viralităţii: educaţie virală, marketing viral, e-mail şi video viral. Cercetătorii care studiază internetul ca medium – crowdsourcing*, atenţia colectivă, reţele de socializare şi alocarea de resurse – utilizează nu numai limbajul, ci şi principiile matematice ale epidemiologiei.

Unul dintre primii care au folosit termenii *text viral* şi *propoziţii virale* pare să fi fost un cititor al lui Dawkins, pe nume Stephen Walton din New York City, care coresponda, în 1981, cu Douglas Hofstadter. Gândind logic – poate în modalitatea unui computer –, Walton a propus propoziţii simple autore-

* *Crowdsourcing* – atribuirea unor sarcini, tradiţional revenind unui angajat sau contractor, către o comunitate largă (*crowd* = mulţime). Termenul are certe afinităţi cu *outsourcing* – externalizarea unor servicii către indivizi sau contractori din afara unei organizaţii (n.t.).

plicante de genul „Spune-mă!", „Copiază-mă!" și „Dacă mă copiezi, îți voi îndeplini trei dorințe!". Lui Hofstadter, pe atunci editorialist la *Scientific American*, termenul *text viral* i s-a părut chiar mai atractiv.

> Ei bine, acum, propriul text viral al lui Walton, după cum puteți vedea cu ochii dumneavoastră, a reușit să rechiziționeze facilitățile unei gazde foarte puternice – o întreagă revistă, o tipografie și un serviciu de distribuție. A sărit la bord și acum – chiar în timp ce citiți această propoziție virală – se propagă nebunește prin toată ideosfera![17]

(La începutul anilor 1980, o revistă magazin cu un tiraj de 700 000 încă părea o platformă puternică de comunicare.) Hofstadter s-a declarat bucuros a fi el însuși infectat de *mema* memă.

O sursă de rezistență – sau măcar de disconfort – era împingerea noastră, a oamenilor, undeva la periferie. Era destul de rău a spune că o persoană este numai un mod prin care genele fac mai multe gene. Acum, oamenii trebuie să fie considerați, pe deasupra, niște vehicule de propagare a memelor. Nimănui nu-i place să fie considerat o marionetă. Dennett a rezumat problema astfel: „Nu te cunosc, însă din start nu mă atrage ideea potrivit căreia creierul meu este un soi de grămadă de bălegar în care larvele ideilor altora se regenerează, înainte de a-și trimite copiile într-o diaspora informală. . . . Cine conduce, potrivit acestei viziuni – noi sau memele noastre?".[18]

El a răspuns propriei întrebări amintindu-ne că, ne place sau nu, rareori suntem „la comanda" propriilor noastre minți. Putea să-l citeze pe Freud; l-a citat în schimb pe Mozart (sau așa a crezut el):

> Noaptea, când nu pot să dorm, gânduri mi se înghesuie în minte. . . .De unde şi cum vin ele? Nu ştiu şi nu am nimic de-a face cu asta. Pe cele care-mi plac le păstrez în minte şi le fredonez.

Ulterior, Dennett a aflat că acest bine-cunoscut citat nu-i aparţinea, până la urmă, lui Mozart. Căpătase o viaţă proprie; era o memă de real succes.

Pentru oricine a fost prins de ideea memelor, peisajul se schimba mai rapid decât îşi imaginase Dawkins că ar fi fost posibil în 1976, când a scris: „Computerele în care trăiesc memele sunt creierii umani".[19] În 1989, momentul celei de-a doua ediţii a *Genei egoiste*, după ce devenise el însuşi un adept al programării, a trebuit să revină cu următorul amendament: „Era evident previzibil că şi computerele electronice fabricate vor fi, în cele din urmă, gazde ale unor structuri informaţionale autoreplicante". Informaţia trecea de la un computer la altul „atunci când proprietarii lor fac schimb de floppy discuri" şi el mai putea zări un alt fenomen la orizont: computerele se conectau în reţele. „Multe dintre ele", a scris el, „sunt literalmente conectate în schimburi de mesaje prin poşta electronică. . . .Este un mediu perfect în care să înflorească programe autoreplicante".[20] Într-adevăr, internetul era în chinurile facerii. El furniza memelor nu numai un mediu de cultură bogat în nutrienţi; el dădea, totodată, aripi *ideii* de meme. Însăşi *mema* a devenit rapid un cuvânt la modă pe internet. Conştientizarea memelor s-a îngrijit de răspândirea lor.

Un exemplu notoriu de memă care nu ar fi putut să apară în cultura anterioară internetului a fost fraza „jumped the shark" – „a sărit peste rechin". Bucla autoreferenţială a caracterizat fiecare fază a existenţei sale. A sări peste rechin înseamnă a trece de vârful calităţii sau al popularităţii şi a începe un declin ireversibil. Se crede că fraza a fost folosită pentru prima

oară în 1985 de către un student, pe nume Sean Connolly, cu referire la un anumit serial de televiziune.* Originea frazei necesită o oarecare cantitate de explicații, fără de care, inițial, ar fi fost de neînțeles. Probabil din acest motiv, nu există nicio utilizare înregistrată până în 1997, când colegul de cameră al lui Connoly, Jon Hein, a înregistrat denumirea *jumptheshark.com* și a creat un web site dedicat promovării sale. Web site-ul a prezentat curând o listă de întrebări puse frecvent:

> Întrebare: „Jump the shark" își are originea în acest web site sau ați creat site-ul ca să capitalizați această frază?
>
> Răspuns: Acest site a fost lansat pe 24 decembrie 1997 și a dat naștere frazei „jump the shark". Pe măsură ce site-ul crește în popularitate, termenul a devenit tot mai mult un loc comun. Site-ul este găina, oul și acum un *Catch-22*.**

S-a răspândit în media mai tradițională în anul următor; Maureen Dowd i-a dedicat, în 2001, un editorial pentru a-i da o explicație în *The New York Times*; în 2003, editorialistul pe teme de limbaj al aceluiași ziar, William Safire, a numit expresia „fraza anului în cultura populară"; curând după aceea, lumea folosea fraza în vorbire și în texte tipărite fără să mai conștientizeze – nici urmă de ghilimele sau explicații – și, până la urmă, în mod inevitabil, diferiți comentatori culturali au pus întrebarea: „«A sărit rechinul» săritura peste rechin?" („De

---

* E vorba de serialul *Happy Days*; în episodul inaugural al celui de-al cincilea sezon (1977), un practicant al schiului nautic din Los Angeles face un salt peste un rechin închis într-un țarc, pentru a-și dovedi curajul. Connoly a considerat că acesta a fost momentul de culme al serialului, după care acesta a început să-și piardă din calitate, prospețime a ideilor și, implicit, din audiență (n.t.).

** *Catch-22* este un roman istorico-satiric, publicat de către Joseph Heller în 1961; prin conținutul de idei și tehnica literară, este considerat în America una dintre marile creații literare ale secolului XX (n.t.).

acord, Jump the Shark este un concept cultural sclipitor. . . . Dar acum, afurisita asta de expresie e peste tot.") Ca orice memă bună, a dat naştere unor mutaţii. Articolul „jumping the shark" din Wikipedia recomanda în 2009: „Vedeţi şi: *jumping the couch* – a sări canapeaua; *nuking the fridge* – a da cu bomba nucleară în frigider".

Este aceasta ştiinţă? În editorialul său din 1983, Hofstadter a propus evidenta etichetă memetică pentru o astfel de disciplină: *memetică*. Studiul memelor a atras cercetători din domenii foarte îndepărtate, precum informatica şi microbiologia. În bioinformatică, scrisorile în lanţ* sunt un obiect de studiu. Ele sunt meme; ele au o istorie evoluţionară. Însuşi scopul unei scrisori de acest tip este replicarea ei; orice altceva ar mai putea spune o scrisoare în lanţ, ea încorporează un mesaj: *Copiază-mă*. Un cercetător al evoluţiei scrisorilor în lanţ, Daniel W. VanArsdale, a listat multe variante de scrisori în lanţ şi chiar texte mai timpurii: „Faceţi şapte copii exact aşa cum a fost scrisă" [1902]; „Copiaţi în totalitate şi trimiteţi către nouă prieteni" [1923]; „Şi dacă oricine va şterge ceva din cuvintele acestei cărţi de profeţii, Dumnezeu va şterge partea lui din cartea vieţii" [Apocalipsa 22:19].[21] Scrisorile în lanţ au înflorit cu ajutorul unei noi tehnologii din secolul al XIX-lea: „hârtia carbonică", pusă ca într-un sandvici între foi de scris suprapuse. Apoi, hârtia carbonică a stabilit un parteneriat simbiotic cu altă tehnologie, maşina de scris. Izbucniri virale de scrisori în lanţ au avut loc de-a lungul întregului secol XX.

„O neobişnuită scrisoare în lanţ a ajuns la Quincy spre sfârşitul anului 1933", a scris un istoric local din Illinois. „Moda

* În original, *chain letters*: e vorba despre expedierea unor mesaje cu speranţa că receptorii lor le vor comunica, la rândul lor, mai departe, ceea ce duce la o creştere exponenţială a numărului celor la care ajung mesajele (n.t.).

scrisorilor în lanț a manifestat atât de rapid simptomele isteriei în masă și s-a răspândit în Statele Unite, încât, în 1935-1936, Departamentul Poștei, ca și agențiile de sondare a opiniei publice au fost nevoite să ia măsuri pentru a potoli mișcarea." El a furnizat o mostră – o memă ce își motiva purtătorii săi umani cu promisiuni și amenințări:

> Noi credem în Dumnezeu. El ne împlinește nevoile.
> Mrs. F. Streuzel ..... Mich.
> Mrs. A. Ford ..... .Chicago, III.
> Mrs. K. Adkins ..... .Chicago, III.
>
> Copiați numele de mai sus, ștergând primul nume. Adăugați numele vostru la sfârșit. Trimiteți prin poștă către cinci persoane cărora le doriți prosperitate. Lanțul a fost inițiat de către un Colonel american și scrisoarea trebuie să fie expediată în 24 de ore de la primirea ei. Aceasta vă va aduce prosperitate în timp de 9 zile de la expediere.
>
> Mrs. Sanford a câștigat 3 000 de dolari, Mrs. Andres a câștigat 1000 de dolari.
>
> Mrs. Howe care a rupt lanțul a pierdut tot ce avea.
>
> Lanțul își sporește forța odată cu veștile așteptate.
>
> NU RUPEȚI LANȚUL.[22]

Două tehnologii ulterioare, atunci când utilizarea lor s-a răspândit, au furnizat creșteri în ordine de mărime ale fecundității scrisorilor în lanț: fotocopierea (c. 1950) și e-mailul (c. 1995). O echipă de informaticieni – Charles H. Bennett de la IBM din New York și Ming Li și Bin Ma din Ontario, Canada –, inspirați de o conversație întâmplătoare în timpul unei excursii prin munții din Hong Kong, au început o analiză a unui set de scrisori în lanț colecționate în timpul erei fotocopierii. Aveau treizeci și trei, toate variante ale unei singure scrisori,

cu mutații sub formă de greșeli de ortografie, omisiuni, cuvinte și fraze inversate. „Aceste scrisori au trecut din gazdă în gazdă, suferind mutații și evoluând", au raportat ei.

> Ca o genă, lungimea lor medie este de aproximativ 2 000 de caractere. Ca un virus puternic, scrisoarea amenință să te ucidă și te face să o transmiți „prietenilor și asociaților" – o variațiune a acestei scrisori a ajuns probabil la milioane de oameni. Ca o trăsătură moștenită, ea promite beneficii pentru tine și pentru cei cărora le-o transmiți mai departe. Ca și genomurile, scrisorile în lanț suferă selecția naturală și uneori părți din ele sunt transferate între „specii" coexistente.[23]

Trecând dincolo de aceste metafore atrăgătoare, ele au stabilit utilizarea scrisorilor ca pe un „banc de probe" pentru algoritmi folosiți în biologia evoluționistă. Algoritmii erau proiectați să ia genoamele diferitelor viețuitoare moderne și să meargă înapoi, prin inferență și deducție, pentru a le reconstrui filogenia – arborii lor evoluționari. Dacă aceste metode matematice au funcționat în cazul genelor, au sugerat savanții, ele ar trebui să funcționeze și în cazul scrisorilor în lanț. În ambele cazuri, cercetătorii erau capabili să verifice rata mutațiilor și să măsoare gradul lor de înrudire.

Și totuși, majoritatea elementelor culturii se schimbă și se estompează prea ușor pentru a se califica drept niște replicatori stabili. Ele sunt rareori atât de precis fixate în comparație cu o secvență de ADN. Însuși Dawkins a subliniat că nu și-a imaginat niciodată nimic de genul unei științe a memeticii. O revistă cu consultanți, *Journal of Memetics* a luat ființă în 1997 – publicată online, firește – și a dispărut după opt ani cheltuiți, parțial, într-o dezbatere despre sine, privind statutul, misiunea și terminologia. Chiar în comparație cu genele, memele sunt greu de matematizat și chiar de definit riguros. Astfel încât

analogia genă-memă provoacă disconfort, iar analogia genetică-memetică încă şi mai mult. Genele au cel puţin un temei în substanţa fizică. Memele sunt abstracte, intangibile şi nemăsurabile. Replicarea genelor se face cu o aproape perfectă fidelitate, iar evoluţia se bazează pe acest fapt: o oarecare variaţie este esenţială, însă mutaţiile trebuie să fie rare. Memele sunt rareori copiate exact; graniţele lor sunt întotdeauna vagi şi ele suferă mutaţii frenetice, care ar fi fatale în biologie. Termenul *memă* se poate aplica unui suspect corn al abundenţei de entităţi, de la mici la mari. Pentru Dennett, primele patru note din *Simfonia a V-a* de Beethoven sunt „clar" o memă, la fel ca şi *Odiseea* lui Homer (sau cel puţin *ideea* de *Odisee*), roata, antisemitismul şi scrierea.[24] „Memele încă nu şi-au găsit un Watson şi un Crick al lor", a spus Dawkins; „lor le lipseşte chiar şi un Mendel al lor".[25]

Totuşi, iată-le că sunt. Pe măsură ce arcul fluxului de informaţie se înclină spre o mereu sporită conectivitate, memele evoluează mai repede şi se răspândesc tot mai departe. Prezenţa lor este simţită, dacă nu văzută în comportamentul de turmă şi în migraţia bancurilor de peşti, în cascade informaţionale şi bule financiare. Regimurile alimentare cresc şi scad în popularitate, chiar numele lor devenind sloganuri – dieta South Beach şi dieta Atkins, dieta Scarsdale, dieta Cookie şi dieta Beţivului, toate multiplicându-se conform unei dinamici despre care ştiinţa nutriţiei nu are nimic de spus. Practica medicală, de asemenea, cunoaşte experienţa „maniilor chirurgicale" şi „iatroepidemii" – epidemii cauzate de mode ale tratamentului – precum iatroepidemia tonsilectomiilor* la copii, care a măturat Statele Unite şi părţi ale Europei la jumătatea

* „Iatrogenie" – boală indusă de tratamentul medical (*iatros* = medic, în greceşte); tonsilectomie sau amigdalectomie – extirparea preventivă a amigdalelor (n.t.).

secolului XX, fără niciun beneficiu medical în plus față de circumcizia rituală. Memele au fost văzute prin geamurile mașinilor atunci când, în 1984, au apărut pătratele galbene cu semnalul BABY ON BOARD [Copil la bord] ca într-o criză de panică în masă, urmată imediat de o explozie de mutații ironice (BABY I'M BORED, EX IN TRUNK).* Memele s-au făcut simțite atunci când discursul global a fost dominat în ultimii ani ai mileniului de credința că toate computerele din lume se vor bâlbâi și se vor îneca atunci când ceasurile lor interne vor atinge un anumit număr rotund.

În competiția pentru spațiu, în creierii noștri și în cultura noastră, combatanții reali sunt mesajele. Noile viziuni piezișe, răsucite despre gene și meme ne-au îmbogățit. Ne-au dăruit paradoxuri pe care să le scriem pe benzi Möbius. „Lumea umană este alcătuită din istorii, nu din oameni", scrie David Mitchell. „Oamenii despre care istoriile își povestesc lor înșile nu sunt de condamnat."[26] Margaret Atwood scrie: „La fel ca și cunoașterea, odată ce o capeți, nu-ți poți imagina cum de nu ai știut înainte. Ca și magia de scenă, cunoașterea înainte de-a o fi căpătat a avut loc chiar în fața ochilor tăi, dar tu te uitai în altă parte".[27] În apropierea morții, John Updike reflectează:

> O viață picurată în cuvinte – aparentă risipă
> făcută cu intenția de-a păstra lucrul consumat.[28]

Fred Dretske, un filosof al spiritului și al cunoașterii, scria în 1981: „La început a fost informația. Cuvântul a venit pe urmă". El a mai adăugat această explicație: „Tranziția a fost realizată prin dezvoltarea organismelor cu capacitatea de a exploata selectiv această informație pentru a supraviețui și

* „Baby, sunt plictisit"; „Fosta soție / fostul soț în portbagaj" (n.t.).

perpetua genul lor".[29] Acum, noi am putea să adăugăm, datorită lui Dawkins, că tranziția s-a realizat de către informația însăși, supraviețuind, perpetuându-și genul său și exploatând selectiv organismele.

Cea mai mare parte a biosferei nu poate să vadă infosfera; este invizibilă, un univers paralel, zumzăind de locuitori fantomatici. Dar ei nu sunt niște fantome pentru noi – nu mai sunt de acum încolo. Noi oamenii, singuri printre creaturile organice ale pământului, trăim simultan în ambele lumi. E ca și cum, după ce am coexistat mult timp cu nevăzutul, am început să ne dezvoltăm percepția extrasenzorială. Suntem conștienți de numeroasele specii de informație. Numim tipurile sale în mod sardonic, ca și cum am dori să ne asigurăm pe noi înșine de faptul că înțelegem: *mituri urbane* și *minciuni zombie*. Le păstrăm vii în ferme cu aer condiționat ca pe niște servitori. Dar nu le putem poseda. Atunci când un jingle ne susură pe la ureche sau când o marotă întoarce moda cu susul în jos, când o mistificare domină flecăreala globală luni de zile și apoi dispare la fel de brusc pe cât s-a ivit, cine este stăpânul și cine este sclavul?

12 | SENSUL ACCIDENTALITĂȚII*

(ÎNTR-O STARE DE PĂCAT)

„Mă întreb", a spus ea. „E tot mai greu să vezi structurile, nu crezi?"[1]

– Michael Cunningham (2005)

În 1958, Gregory Chaitin, un elev precoce de unsprezece ani din New York, fiul unor emigranți argentinieni, a găsit în bibliotecă o cărticică magică și, o vreme, a purtat-o cu el peste tot, încercând să o explice altor copii – iar apoi, a trebuit să admită, încercând s-o înțeleagă el însuși.[2] Era *Demonstrația lui Gödel* de Ernest Nagel și James R. Newman. Dezvoltând un articol de *Scientific American*, ea trecea în revistă renașterea logicii începută odată cu George Boole; procesul de „cartografiere", codificând afirmații despre matematică în forma unor simboluri și chiar a unor numere întregi; și ideea metamatematicii, limbaj sistematizat *despre* matematică și, prin urmare, *dincolo de* matematică. Era o marfă mintoasă pentru băiat, care i-a urmărit pe autori de-a lungul simplificatei, dar riguroasei lor expuneri a „uimitoarei și melancolicei"[3] demonstrații a lui Gödel, potrivit căreia matematica formală nu poate fi niciodată eliberată de autocontradicție.

*** În original: „The Sense of Randomness""; „random" înseamnă accidental, întâmplător, fortuit, hazardat sau aleatoriu. După cum am arătat într-o notă anterioară, abstractizarea cuvintelor din limba română se face neregulat și, câteodată, este practic imposibilă (sau, mai curând, inacceptabilă din cauza stridenței termenilor derivați). Dintre posibilele traduceri ale termenului „randomness", numai „accidentalitate" ne stă la îndemână – întâmplătoritate, hazardualitate sau aleatorietate ieșind practic din discuție. Dar, pe parcursul capitolului, se vorbește mai tot timpul despre „random numbers", ceea ce s-ar traduce mai puțin convingător prin „numere întâmplătoare" sau „numere accidentale"; mult mai pe placul matematicienilor este expresia „numere aleatorii". Din acest motiv, în funcție de context, am tradus „randomness" prin „accidentalitate" și „random" prin „aleatoriu" (n.t.).**

Vastul corp al matematicii practicate la acea vreme nu ţinea câtuşi de puţin seama de demonstraţia lui Gödel. Deşi incompletitudinea matematicii era, cu siguranţă, uimitoare, ea părea cumva accidentală – necontribuind cu nimic la munca utilă a matematicienilor, care au mers mai departe, făcând descoperiri şi demonstrând teoreme. Dar minţile filosofice au rămas adânc tulburate de ea, şi aceştia erau genul de oameni pe care lui Chaitin îi plăcea să-i citească. Unul era John von Neumann – care fusese acolo chiar de la început, la Königsberg în 1930 şi apoi, în Statele Unite, a jucat rolul central în dezvoltarea calculului automat şi a teoriei acestuia. Pentru von Neumann, demonstraţia lui Gödel era un punct fără întoarcere:

> Era o foarte serioasă criză conceptuală, având de-a face cu rigoarea şi cu modul adecvat de a duce la capăt o demonstraţie matematică corectă. În perspectiva ideilor anterioare despre absoluta rigoare a matematicii, este surprinzător că un asemenea lucru s-a putut întâmpla şi, încă mai surprinzător, că s-a putut întâmpla în aceste zile din urmă, când se presupune că miracolele nu ne putem aştepta să aibă loc. Şi totuşi, s-a întâmplat.[4]

De ce?, a vrut să ştie Chaitin. El s-a întrebat dacă, la un anumit nivel, incompletitudinea lui Gödel ar putea fi conectată cu acel nou principiu al fizicii cuantice, incertitudinea, care avea un parfum întrucâtva asemănător.[5] Mai târziu, adultul Chaitin a avut şansa de a-i pune această întrebare oracularului John Archibald Wheeler. Era incompletitudinea lui Gödel înrudită cu incertitudinea lui Heisenberg? Wheeler i-a răspuns că el îi pusese exact aceeaşi întrebare chiar lui Gödel, în biroul acestuia de la Institutul pentru Studii Avansate – Gödel, cu picioarele învelite într-o pătură şi un calorifer electric, strălucind fierbinte pe fundalul suflului de gheaţă al iernii. Gödel a

refuzat să răspundă. În acest fel, Wheeler a refuzat şi el să-i răspundă lui Chaitin.

Atunci când Chaitin a dat peste demonstraţia lui Turing privind incalculabilitatea, s-a gândit că aceasta trebuie să fie cheia. A găsit, de asemenea, cartea lui Shannon şi Weaver, *Teoria matematică a comunicării*, şi a fost izbit de reformularea aparent răsturnată pe care o dădea entropiei: o entropie de biţi, măsurând informaţia pe de o parte şi dezordinea, pe de alta. Elementul comun era caracterul accidentalital, a gândit brusc Chaitin. Shannon lega accidentalitatea, în mod pervers, de informaţie. Fizicienii descoperiseră hazardul înăuntrul atomului – genul de hazard pe care îl căina Einstein, plângându-se de Dumnezeu şi de zaruri. Toţi aceşti eroi ai ştiinţei discutau despre sau în legătură cu accidentalitatea.

Este un cuvânt simplu, *random* – accidental, întâmplător –, şi oricine ştie ce înseamnă. Oricine, adică nimeni. Filosofii şi matematicienii au făcut eforturi nesfârşite. Wheeler, cel puţin, spusese următoarele: „Probabilitatea, ca şi timpul, este un concept inventat de către oameni şi oamenii trebuie să poarte responsabilitatea pentru obscurităţile care o însoţesc".[6] Aruncarea unei monede nemăsluite este aleatorie, chiar dacă fiecare detaliu al traiectoriei banului poate fi determinat à la Newton. Dacă populaţia Franţei este un număr par sau impar, în orice moment determinat, este ceva întâmplător, dar populaţia Franţei în sine cu siguranţă *nu* este întâmplătoare: este un fapt definit, chiar dacă incognoscibil.[7] John Maynard Keynes a abordat accidentalitatea în termenii opuşilor săi, din care a ales trei: cunoaşterea, cauzalitatea şi proiectul. Ceea ce se ştie dinainte, determinat fiind de o cauză sau organizat conform unui plan, nu poate fi întâmplător.[8]

„Hazardul e doar măsura ignoranţei noastre", este celebra afirmaţie a lui Henri Poincaré. „Fenomenele fortuite sunt prin

definiție acelea ale căror legi nu le cunoaștem." Imediat el s-a dezis: „Este această definiție foarte satisfăcătoare? Când primii păstori caldeeni urmăreau mișcările stelelor, ei încă nu cunoșteau legile astronomiei, însă le-ar fi trecut prin minte să spună că stelele se mișcă la întâmplare?".[9] Pentru Poincaré, care a înțeles haosul mult timp înainte ca acesta să fi devenit o știință, exemplele de accidentalitate includeau fenomene precum împrăștierea picăturilor de ploaie, cauzele lor fizice fiind determinate, însă atât de numeroase și de complexe încât să fie imprevizibile. În fizică – sau oriunde procesele naturale par imprevizibile –, aparenta accidentalitate poate fi zgomot sau poate să apară din anumite dinamici de profundă complexitate.

Ignoranța este subiectivă. Este o calitate a observatorului. Probabil că accidentalitatea – dacă există cât de puțin – ar trebui să fie o calitate a lucrului însuși. Scoțând oamenii din cadru, unora le-ar plăcea să spună că un eveniment, o alegere, o distribuție, un joc sau, cel mai simplu, un număr sunt aleatorii.

Ideea unui număr aleatoriu este plină de dificultăți. Poate să existe ceva precum un număr aleatoriu *particular*; un *anumit* număr aleatoriu? Acest număr este în mod discutabil, aleatoriu:

1009732533765201358634673548768095909117392927494 5. . .

Mai departe, el este special. Cu el începe o carte publicată în 1955, cu titlul *Un milion de numere aleatorii*.[10] RAND Corporation a generat cifrele cu ajutorul a ceea ce a fost descris drept o ruletă electronică: un generator de impulsuri, care emitea 100 000 de impulsuri pe secundă, dirijate printr-un contor binar cu cinci poziții, și trecând apoi printr-un convertor

binar-zecimal, depuse într-o cartelă perforată IBM şi printate pe un IBM model 856 Cardatype. Procesul a durat ani de zile. Când au fost testate numerele din prima serie, statisticienii au descoperit tendinţe semnificative: cifre, grupuri de cifre sau structuri de cifre care apăreau prea frecvent sau nu destul de frecvent. În cele din urmă, totuşi, tabelele au fost publicate. „Dată fiind însăşi natura tabelelor", au spus strâmb editorii, „nu ni s-a părut necesară o corectură a fiecărei pagini din manuscrisul final, cu scopul de a găsi erorile accidentale al Cardatypului".[11]

Cartea a avut o piaţă, deoarece savanţii aveau nevoie de numere aleatorii în vrac, pentru a le utiliza în proiectarea unor experimente corecte din punct de vedere statistic şi pentru a construi modele realiste ale sistemelor complexe. Noua metodă de simulare Monte Carlo folosea mostre aleatoare ca să modeleze fenomene ce nu se puteau rezolva analitic; simularea Monte Carlo a fost inventată şi numită de echipa lui von Neumann ce lucra la proiectul bombei atomice, încercând cu disperare să genereze numere aleatorii ca să poată calcula difuziunea neutronilor. Von Neumann şi-a dat seama că un computer mecanic, cu algoritmii săi determinişti şi capacitate finită de stocare, nu va putea niciodată să genereze numere cu adevărat aleatorii. El va trebui să se mulţumească cu numere *pseudoaleatorii*: numere generate în mod determinist care se comportau ca şi cum erau aleatorii. Erau suficient de aleatorii în scopuri practice. „Oricine ia în considerare metode aritmetice de producere a numerelor aleatorii este, desigur, în stare de păcat", a spus von Neumann.[12]

Accidentalitatea poate fi definită în termeni de ordine – absenţa ei, de fapt. Această scurtă succesiune ordonată de numere cu greu poate fi numită „aleatorie":

00000

Şi totuşi, apare ca un medalion în mijlocul celebrei serii de un milion de cifre aleatorii. În termeni de probabilitate, era de aşteptat: „00000" este la fel de probabil să apară ca şi celelalte 99999 grupuri de cinci cifre posibile. În altă parte din cele un milion de cifre aleatorii găsim:

010101

Şi acest grup de cifre apare ca fiind structurat.

Extragerea fragmentelor structurate din această junglă de cifre necesită munca unui observator inteligent. Dat fiind un şir aleator suficient de lung, fiecare posibil subşir suficient de scurt va apărea undeva. Unul dintre ele va fi cifrul seifului de la bancă. Un altul va fi codificarea operei complete a lui Shakespeare. Dar nu vor fi de niciun folos, deoarece nimeni nu le poate găsi.

Putem spune, poate, că numere precum 0000 şi 010101 pot fi aleatorii într-un context particular. Dacă cineva dă cu un ban nemăsluit (unul dintre cele mai simple generatoare mecanice de numere aleatorii) suficient de mult timp, la un anumit punct, moneda trebuie să iasă cap de zece ori la rând. Când se întâmplă aşa ceva, căutătorul de numere aleatorii va respinge, în mod tipic, rezultatul şi îşi va lua o pauză de cafea. Acesta este unul dintre modurile în care oamenii se descurcă prost în generarea de numere aleatorii, chiar cu asistenţă mecanică. Cercetătorii au stabilit că intuiţia umană este inutilă atât în predicţia accidentalităţii, cât şi în recunoaşterea ei. Oamenii alunecă, vrând-nevrând, spre structură. Biblioteca Publică din New York a cumpărat *Un milion de cifre aleatorii* şi a introdus-o la tematica „Psihologie". În 2010, era încă disponibilă pe Amazon, pentru optzeci şi unu de dolari.

Un număr este (acum înțelegem) informație. Atunci când noi, oamenii moderni, moștenitorii lui Shannon, gândim informația în forma ei cea mai pură, ne putem imagina un șir de 0 și de 1, un număr binar. Iată două șiruri binare, lungi de cincizeci de cifre:

A: 01010101010101010101010101010101010101010101010101
B: 10001010111110101110100110101000011000100111101111

Dacă Alice (A) și Bob (B) spun amândoi că au generat șirurile lor dând cu banul, nimeni nu o va crede pe Alice. În mod cert, șirurile nu sunt la fel de întâmplătoare. Teoria clasică a probabilității nu oferă niciun motiv solid pentru a susține că B este mai aleatoriu decât A, deoarece un proces aleatoriu *ar putea* să produce ambele șiruri. Probabilitatea se referă la ansambluri, nu la evenimente individuale. Teoria probabilității tratează evenimentele în mod statistic. Nu agreează întrebări de genul „Cât de probabil era să se întâmple acel lucru?". Dacă s-a întâmplat, s-a întâmplat.

Lui Claude Shannon, aceste șiruri i s-ar fi părut că seamănă cu niște mesaje. El ar fi întrebat: *Câtă informație* conține fiecare șir? La suprafață, ambele conțin cincizeci de biți. Un operator de telegraf, care taxează cu cifra, ar măsura lungimea mesajului și le-ar înmâna lui Alice și Bob câte o chitanță identică. Pe de altă parte, cele două mesaje par să fie profund diferite. Mesajul A devine imediat plicticos: odată ce ai văzut structura, repetițiile ulterioare nu mai furnizează nicio informație nouă. În mesajul B, fiecare bit este la fel de valoros ca și toți ceilalți. Prima formulare dată de Shannon teoriei informației trata mesajele statistic, ca alegeri din ansamblul tuturor mesajelor posibile – în cazurile A și B, numărând 2^{50}. Dar Shannon a avut

în vedere, de asemenea, şi redundanţa din cadrul unui mesaj: structura, regularitatea, ordinea care fac un mesaj comprehensibil. Cu cât există mai multă regularitate într-un mesaj, cu atât el este mai previzibil. Cu cât este mai previzibil, cu atât este mai redundant. Cu cât un mesaj este mai redundant, cu atât conţine mai puţină informaţie.

Telegrafistul care trimite mesajul A are la dispoziţie o scurtătură: el ar putea să transmită ceva de genul „repetă «01» de douăzeci şi cinci de ori". Pentru mesajele mai lungi cu structuri facile, economia de tastări ajunge enormă. Odată ce structura e clară, caracterele suplimentare devin inutile. Operatorul pentru mesajul B trebuie să se înhame la o muncă grea, expediind fiecare caracter, deoarece fiecare caracter este o surpriză totală; fiecare caracter costă un bit. Aceaste două întrebări – *cât de aleatoriu* şi *cât de multă informaţie* – se dovedesc a fi una şi aceeaşi. Ele au un singur răspuns.

Chaitin nu se gândea la telegraf. Dispozitivul pe care nu şi-l putea scoate din minte era maşina Turing – acea abstracţiune imposibil de elegantă, mărşăluind înainte şi înapoi de-a lungul infinitei sale benzi de hârtie, citind şi scriind simboluri. Liberă de toată dezordinea din lumea reală, de mecanisme scârţâitoare şi de mofturoasa electricitate, liberă de orice constrângere de viteză, maşina Turing era computerul ideal. La rândul său, von Neumann se reîntorsese mereu la maşinile Turing. Ele erau cobaii veşnic disponibili pentru teoria calculului automat. Acel *U* al lui Turing avea o putere transcendentă: o maşină Turing universală poate să simuleze orice alt computer digital, astfel încât informaticienii să poată nesocoti detaliile bramburite ale oricărei fabricaţii şi ale oricărui model. Asta te eliberează.

După ce s-a mutat de la Bell Labs la MIT, Claude Shannon a reanalizat maşina Turing în 1956. El a desfăcut-o până la

ultimul oscior posibil, dovedind că acel computer universal poate fi construit cu numai două stări interne sau cu numai două simboluri, 0 şi 1, sau blanc şi nonblanc. El şi-a scris demonstraţia în termeni mai degrabă pragmatici decât matematici: el a descris exact modul în care maşina Turing cu două stări ar păşi la stânga şi la dreapta, „sărind" înainte şi înapoi ca să ţină evidenţa numărului mai mare de stări dintr-un computer mai complex. Totul era foarte complicat şi foarte specific, cu parfum de Babbage. De exemplu:

> Atunci când capul de citire se deplasează, informaţia stării trebuie să fie transferată celulei alăturate de pe bandă pentru a fi vizitată folosind numai două stări interne din maşina B. Dacă starea următoare din maşina A e să fie (să spunem) starea 17 (în concordanţă cu un sistem de numărare arbitrar), aceasta este transferată în maşina B „sărind" capul de citire înainte şi înapoi între vechea celulă şi cea nouă de 17 ori (de fapt, 18 salturi spre noua celulă şi 17 înapoi spre cea veche).[13]

„Operaţia de sărituri" poartă informaţia din celulă în celulă, iar celulele acţionează ca „transmiţători" şi „controlori".

Turing îşi intitulase marea sa lucrare „Despre numerele calculabile", dar adevăratul accent era pus, firesc, pe numerele *ne*calculabile. Se putea face o legătură între numerele necalculabile şi cele aleatorii? În 1965, Chaitin era student la City College din New York, redactând o descoperire pe care spera să o poată trimite unei reviste: ar fi fost prima lui publicaţie. El a început aşa: „În această lucrare maşina Turing este privită ca un computer de uz general şi se pun câteva întrebări practice legate de programarea ei". Pe când era elev de liceu, lucrând în cadrul Programului Onorific Columbia Science, Chaitin a avut ocazia să practice programarea în limbaj maşină pe giganticele unităţi centrale ale IBM, folosind teancuri de

cartele perforate – o cartelă pentru fiecare rând din program. Își lăsa teancul de cartele în computerul central și se întorcea a doua zi pentru outputul programului. El putea să ruleze mașini Turing și în minte: *scrie 0, scrie 1, scrie blanc, mută* banda la stânga, *mută banda la dreapta* . Computerul universal îi oferea un mod elegant de a distinge între numerele precum A și B ale lui Alice și Bob. Putea să scrie un program care să facă o mașină Turing să printeze „010101 . . ." de un milion de ori și putea să scrie lungimea acelui program – foarte scurt. Însă, date fiind un milion de cifre aleatorii – fără nicio structură, nicio regularitate, fără nimic special –, nu exista nicio scurtătură. Programul de computer ar fi trebuit să încoporeze întregul număr. Ca să facă unitatea centrală de la IBM să printeze acel milion de cifre, ar fi trebuit să pună întregul milion de cifre pe cartele perforate. Ca să pună mașina Turing să facă același lucru, tot ar fi avut nevoie de milionul de cifre ca input.

Iată un alt număr (în baza zece de această dată):

C: 3,14159265358979323846643383279502884197169399375 1. . .

Acesta pare să fie aleatoriu. Din punct de vedere statistic, fiecare cifră apare cu frecvența scontată (una din zece); tot astfel, fiecare pereche de cifre (una dintr-o sută), fiecare tripletă, și așa mai departe. Un statistician ar spune că pare să fie „normal", după cât se poate ști. Cifra următoare este, de fiecare dată, o surpriză. Operele lui Shakespeare ar fi, până la urmă, cuprinse în el. Dar cineva poate să recunoască acesta ca fiind un număr familiar, π. Așa că nu este aleatoriu la urma urmelor.

Dar de ce spunem că π nu este aleatoriu? Chaitin a propus un răspuns clar: un număr nu este aleatoriu dacă este calculabil – dacă un program definibil de computer îl va genera. Astfel, calculabilitatea este o măsură a accidentalității.

Pentru Turing, calculabilitatea era o calitate de tipul da-sau-nu – un număr dat ori este calculabil, ori nu este. Însă ne-ar plăcea să spunem că unele numere sunt mai aleatorii decât altele – ele sunt mai puțin structurate, mai puțin ordonate. Chaitin a spus că structurile și ordinea exprimă calculabilitatea. Algoritmii generează structuri. Așa că putem măsura calculabilitatea urmărind *dimensiunea algoritmului.* Dat fiind un număr – reprezentat ca un șir de orice lungime –, întrebăm: care este lungimea celui mai scurt program care îl va genera? Folosind limbajul unei mașini Turing, întrebarea poate avea un răspuns definit, măsurat în biți.

Definiția algoritmică dată de Chaitin accidentalității furnizează, de asemenea, o definiție algoritmică a informației: mărimea algoritmului măsoară câtă informație conține un șir dat.

Căutarea de modele – aflarea ordinii în mijlocul haosului – este, totodată, ceea ce fac savanții. La optsprezece ani, Chaitin simțea că nu era un accident. El și-a încheiat prima sa lucrare prin aplicarea teoriei algoritmice a informației asupra procesului științei ca atare. „Să luăm un om de știință", a propus el, „care a observat un sistem închis care, o dată pe secundă, emite o rază de lumină sau nu".

El rezumă observațiile sale într-o secvență de 0 și 1 în care 0 reprezintă „rază neemisă", iar 1 reprezintă „rază emisă". Secvența poate să înceapă

0110101110...

și să continue cu încă niște mii de biți. Savantul examinează apoi secvența cu speranța de a observa un gen de structură sau lege. Ce

înțelege el prin aceasta? Pare plauzibil că o secvență de 0 și 1 este nestructurată dacă nu există un mod mai bun de a o calcula decât acela de a o scrie imediat dintr-un tabel care dă întreaga secvență.[14]

Dar, dacă savantul ar putea să descopere o cale de a produce aceeași secvență cu un algoritm, un program informatic semnificativ mai scurt decât secvența, atunci el ar ști cu siguranță că evenimentele nu erau accidentale. El ar spune că a dat peste o teorie. Asta e ceea ce știința caută întotdeauna: o teorie simplă care explică o mare mulțime de fapte și permite predicția evenimentelor care urmează să se producă. Este celebrul brici al lui Occam. „Nu trebuie să admitem mai multe cauze ale lucrurilor naturale decât acelea care sunt deopotrivă adevărate și suficiente ca să explice aparențele lor", a spus Newton, „căci naturii îi place simplitatea".[15] Newton a cuantificat *masa* și *forța*, dar *simplitatea* mai avea de așteptat.

Chaitin a trimis lucrarea sa la *Jurnalul Asociației pentru Mașini de Calcul*. Cei de acolo au fost fericiți să o publice, însă unul dintre referenți a menționat că auzise zvonuri despre o lucrare similară din Uniunea Sovietică. Primul număr al unei noi reviste a sosit (după o călătorie de luni de zile) la începutul lui 1966: *Проблемы Перебачи Информации, Probleme de transmitere a informațiilor*. Conținea un articol intitulat „Trei abordări ale definiției conceptului de «cantitate de informație»", de A.N. Kolmogorov. Chaitin, care nu citea în rusește, abia a avut timp să adauge o notă de subsol.

Andrei Nikolaevich Kolmogorov a fost matematicianul de frunte al erei sovietice. S-a născut la Tambov, la trei sute de mile sud-est de Moscova, în 1903; mama lui, necăsătorită, una dintre cele trei surori Kolmogorova, a murit la naștere și mătu-

şa lui Vera, l-a crescut într-un sat de lângă Volga. În anii de declin ai Rusiei ţariste, această femeie cu spirit independent a condus o şcoală sătească şi a lucrat la o tiparniţă clandestină, pe care o ţinea la ea acasă, uneori ascunzând documente interzise în leagănul lui Andrei.[16]

Universitatea din Moscova l-a acceptat pe Andrei ca student la matematică la puţin timp după Revoluţia din 1917. În zece ani, a obţinut o colecţie de rezultate influente, care au luat forma a ceea ce a devenit teoria probabilităţii. Lucrarea sa, *Fundamentele teoriei probabilităţii*, publicată în ruseşte în 1933 şi în engleză în 1950, rămâne clasica modernă. Dar interesul lui s-a lărgit foarte mult, spre fizică şi lingvistică, precum şi spre unele ramuri ale matematicii care cunoşteau o dezvoltare rapidă. Odată a făcut o incursiune şi în genetică, însă a dat înapoi după o periculoasă ciocnire cu pseudosavant favorit al lui Stalin, Trofim Lysenko. În timpul celui de-al Doilea Război Mondial, Kolmogorov a aplicat eforturile sale în teoria statistică în focul de artilerie şi a elaborat o schemă de distribuţie stocastică a baloanelor de baraj, pentru apărarea Moscovei de bombardierele naziste. În afară de activitatea sa legată de război, a studiat turbulenţele şi procesele aleatorii. A fost Erou al Muncii Socialiste şi a primit de şapte ori Ordinul Lenin.

Prima oară a văzut lucrarea lui Claude Shannon, *Teoria matematică a comunicării*, tradusă în ruseşte, în 1953, din care au fost epurate cele mai interesante aspecte de către un translator ce lucra în umbra grea a lui Stalin. Titlul a devenit *Teoria statistică a transmiterii semnalelor electrice*. Cuvântul *informaţie*, информация, a fost peste tot înlocuit cu данные, *date*. Cuvântul *entropie* a fost pus între ghilimele pentru a-l preveni pe cititor să nu facă o conexiune cu entropia din fizică. Secţiunea care aplica teoria informaţiei asupra statisticii limbii naturale a fost omisă integral. Rezultatul a fost tehnic, neutru,

insipid și, ca atare, improbabil să atragă interpretări în spiritul ideologiei marxiste.[17] Existau îngrijorări serioase: „cibernetica" a fost inițial definită în *Mic dicționar filosofic* (referința standard a ortodoxiei ideologice) drept o „pseudoștiință reacționară" și „armă ideologică a reacțiunii imperialiste". Kolmogorov a tăbărât totuși peste lucrarea lui Shannon; lui, cel puțin, nu-i era frică de cuvântul *informație*. Lucrând cu studenții săi din Moscova, a pus la punct o formulare matematică riguroasă a teoriei informației, cu definiții ale conceptelor fundamentale, demonstrații îngrijite și noi descoperiri – dintre care unele, a aflat curând cu tristețe, apăruseră în lucrarea originală a lui Shannon, dar fuseseră omise din versiunea rusă.[18]

În Uniunea Sovietică, încă moderat izolată de restul lumii științifice, Kolmogorov era bine plasat ca să poarte stindardul informației. Era la conducerea secției de matematică din *Marea Enciclopedie Sovietică*, fiind cel care alegea autorii, edita articolele și scria foarte mult el însuși. În 1956, a prezentat un lung raport despre teoria transmisiei de informații la o plenară a Academiei Sovietice de Științe. Colegii săi au considerat că era puțin „confuz" – că opera lui Shannon era „mai mult tehnologie decât matematică", după cum și-a amintit Kolmogorov mai târziu. „Este adevărat", a spus el, „că Shannon a lăsat succesorilor săi «justificarea» riguroasă a ideilor sale în unele cazuri dificile. Cu toate acestea, intuiția lui matematică era uimitor de precisă".[19] Kolmogorov nu era entuziasmat de cibernetică. Norbert Wiener se simțea înrudit cu el – amândoi făcuseră muncă de pionierat în legătură cu procesele stocastice și mișcarea browniană. Într-o vizită la Moscova, Wiener a spus: „Când citesc lucrările academicianului Kolmogorov, simt că sunt acolo și gândurile mele, asta e ce voiam să spun. Și știu că academicianul Kolmogorov are același sentiment când citește lucrările mele".[20] Dar, evident, sentimentele nu

erau împărtășite. Kolmogorov și-a îndreptat colegii înspre Shannon. „Este ușor de înțeles că, privită ca disciplină matematică, cibernetica, în înțelegerea lui Wiener, este lipsită de unitate", a spus el, „și sunt greu de imaginat rezultate productive în pregătirea unui specialist, să spunem a unui student la cursuri postuniversitare, în cibernetică în acest sens".[21] Avea deja rezultate care să-i susțină instinctul: o utilă formulare generalizată a entropiei Shannon și o extensie a măsurii sale pentru informație de procesat atât în timp discret, cât și continuu.

În Rusia, prestigiul începea în sfârșit să se îndrepte către orice activitate care promitea să contribuie la comunicarea electronică și calculul automat. Astfel de activități au început aproape în vid. Ingineria electrică pragmatică abia dacă exista; telefonia sovietică era notoriu de lugubră, un subiect pentru etern amarul umor rusesc. Până în 1965, încă nu existau convorbiri directe la distanță. Numărul de apeluri telefonice la scară națională era încă inferior față de numărul de telegrame, o piatră de hotar care fusese atinsă în Statele Unite înainte de sfârșitul secolului trecut. Moscova avea mai puține telefoane pe cap de locuitor decât oricare alt mare oraș din lume. Cu toate acestea, Kolmogorov și studenții săi au desfășurat o activitate suficientă pentru a se justifica o nouă revistă trimestrială, *Probleme de transmitere a informației*, dedicată teoriei informației, teoriei codificării, teoriei rețelelor și chiar informației din organismele vii. Numărul inaugural s-a deschis cu studiul lui Kolmogorov „Trei abordări ale definiției conceptului de «cantitate de informație»" – aproape un manifest –, care a început apoi lenta sa călătorie spre conștiința matematicienilor din Vest.

„La fiecare moment dat, există numai un strat subțire între «trivial» și imposibil", cugeta Kolmogorov în jurnalul său.

„Descoperirile matematice se fac în acest strat."[22] În noua viziune cantitativă asupra informației, el a văzut o cale de atac asupra unei probleme care scăpase teoriei probabilității, problema accidentalității. Câtă informație conține un „obiect finit" dat? Un obiect putea să fie un număr (o serie de cifre), un mesaj sau un set de date.

El a descris trei abordări: combinatorie, probabilistică și algoritmică. Prima și cea de-a doua îi aparțineau lui Shannon, cu unele rafinări. Ele se concentrau asupra probabilității unui obiect dintr-un ansamblu de obiecte – un mesaj particular, să spunem, ales dintr-un set de mesaje posibile. Cum ar funcționa modelul, s-a întrebat Kolmogorov, atunci când obiectul nu era doar un simbol dintr-un alfabet sau o făclie din fereastra unei biserici, ci ceva mare și complicat – un organism genetic sau o operă de artă? Cum s-ar măsura cantitatea de informație din *Război și pace* de Tolstoi? „Este posibil să se includă acest roman într-un mod rezonabil în mulțimea «tuturor romanelor posibile» și, mai departe, să fie postulată existența unei anumite probabilități de distribuție în această mulțime?"[23], a întrebat el. Sau ar putea cineva să măsoare cantitatea de informație dintr-un cuc, să spunem, având în vedere o probabilitate de distribuție în mulțimea tuturor speciilor?

A treia abordare a sa de măsurare a informației – cea algoritmică – a evitat dificultățile începerii cu ansambluri de obiecte posibile. Ea s-a concentrat asupra obiectului însuși.* Kolmogorov a introdus un cuvânt nou pentru lucrul pe care încerca să îl măsoare: *complexitate*. După cum a definit acest

* „Definiția noastră a cantității de informație are avantajul că se referă la obiecte individuale și nu la obiecte tratate ca membri ai unei mulțimi de obiecte cu o probabilitate de distribuție ce îi este atribuită. Definiția probabilistă poate fi aplicată convingător informației conținute de, să spunem, un șir de telegrame de felicitare. Însă nu ar fi clar cum să se aplice, de exemplu, pentru o estimare a cantității de informație conținute de un roman sau în traducerea unui roman într-o altă limbă în comparație cu originalul." (n.a.).[24]

termen, complexitatea unui număr, mesaj ori set de date este inversul simplității și ordinii și, încă o dată, corespunde informației. Cu cât un obiect este mai simplu, cu atât transmite mai puțină informație. Mai multă complexitate, mai multă informație. Și, exact așa cum a făcut Chaitin, Kolmogorov și-a pus ideea pe o solidă bază matematică, calculând complexitatea în termeni de algoritmi. Complexitatea unui obiect este mărimea celui mai mic program informatic necesar pentru a-l genera. Un obiect care poate fi produs de un algoritm scurt are o complexitate redusă. Pe de altă parte, un obiect având nevoie de un algoritm tot atât de lung, până la ultimul bit, ca și obiectul însuși are o complexitate maximă.

Un obiect simplu poate fi generat – calculat sau descris – cu numai câțiva biți. Un obiect complex necesită un algoritm de mulți biți. În această formulare, părea evident. Dar până atunci nu fusese înțeles matematic. Kolmogorov s-a exprimat astfel:

> Aparent, diferența intuitivă dintre obiectele „simple" și cele „complicate" a fost percepută de mult. Pe parcursul formalizării ei, apare o evidentă dificultate: ceva ce poate fi descris simplu într-un limbaj poate să nu aibă o descriere simplă într-un altul și nu e clar care metodă de descriere trebuie să fie aleasă.[25]

Dificultatea este soluționată folosind limbajul computerului. Nu contează care limbaj informatic, pentru că toate sunt echivalente, reductibile la limbajul unei mașini Turing universale. Complexitatea Kolmogorov a unui obiect este mărimea, în biți, a celui mai scurt algoritm necesar ca să-l genereze. Aceasta este, de asemenea, cantitatea de informație. Și este, totodată, gradul de accidentalitate – Kolmogorov a declarat „o nouă concepție a noțiunii de «aleatoriu» corespunzând presupunerii naturale că accidentalitatea este absența regularită-

ții".[26] Cele trei sunt fundamental echivalente: informație, accidentalitate și complexitate – trei abstracțiuni pline de forță, legate tot timpul între ele ca niște amanți de taină.

Pentru Kolmogorov, aceste idei aparțineau nu doar teoriei probabilității, ci și fizicii. Ca să măsoare complexitatea unui cristal ordonat sau a unui recipient cu gaz amestecat talmeș-balmeș, se poate măsura cel mai scurt algoritm necesar pentru a descrie starea cristalului sau a gazului. Încă o dată, entropia era cheia. Kolmogorov avea un fundament util în probleme fizice dificile, la care să poată fi aplicate aceste noi metode. În 1941, el a produs prima explicație utilă, deși defectuoasă, a structurii locale a curenților turbionari – ecuații de predicție a distribuției vârtejurilor și învolburărilor spiralice. Lucrase, de asemenea, în domeniul perturbațiilor orbitelor planetare, o altă problemă surprinzător de inabordabilă în fizica newtoniană clasică. Acum începuse să pună bazele renașterii în teoria haosului, ce avea să se producă în anii 1970: analizând sistemele dinamice în termeni de entropie și dimensiune informațională. Acum avea sens a spune că un sistem dinamic produce informație. Dacă este imprevizibil, atunci produce o mare cantitate de informație.

Kolmogorov nu știa nimic despre Gregory Chaitin, după cum niciunul dintre ei nu auzise despre un teoretician american al probabilității, pe nume Ray Solomonoff, care dezvoltase unele dintre ideile lor. Lumea se schimba. Timpul, distanța și limba încă îi despărțeau pe matematicienii din Rusia de confrații lor din Vest, dar prăpastia se îngusta cu fiecare an. Kolmogorov a spus adesea că nimeni nu ar trebui să mai facă matematică după șaizeci de ani. Visa să-și petreacă ultimii ani din viață ca paznic de geamandură pe Volga, făcând un circuit acvatic într-o barcă cu vâsle și o mică pânză. Când a venit

vremea, paznicii de geamanduri au fost înlocuiți de bărci cu motor, ceea ce i-a ruinat visul lui Kolmogorov.[27]

Acum au reapărut paradoxurile.

Zero este un număr interesant. S-au scris cărți despre el. Unu este cu siguranță un număr interesant – este primul și cel dintâi (fără a-l socoti pe zero), singular și unic. Doi este interesant din multe puncte de vedere: cel mai mic număr prim, numărul par definitoriu, numărul necesar pentru un mariaj de succes, numărul atomic al heliului, numărul de lumânări ce se aprind de Ziua Independenței Finlandei. *Interesant* este un cuvânt cotidian, nu face parte din jargonul matematicianului. Pare sigur a spune că orice număr mic este interesant. Toate numerele de două cifre și multe de trei cifre au articolele lor pe Wikipedia.

Teoreticienii numerelor numesc întregi clase de numere interesante: numere prime, numere perfecte, pătrate și cubice, numere Fibonacci, factoriale. Numărul 593 este mai interesant decât pare; se întâmplă să fie suma dintre nouă la pătrat și doi la puterea a noua – un „număr Leyland" (orice număr care poate fi exprimat prin formula $x^y + y^x$). Wikipedia mai dedică un articol și numărului 9 814 072 356. Este cel mai mare pătrat holodigital – adică cel mai mare număr la pătrat care conține fiecare cifră zecimală exact o singură dată.

Ce-ar fi un număr neinteresant? În 1917, specialistul englez în teoria numrelor G.H. Hardy s-a suit la întâmplare în taxiul nr. 1 729 spre a-i face o vizită lui Srinivasa Ramanujan, care era bolnav, și i-a spus colegului său că, în ordinea numerelor, 1 729 era „unul destul de anost". Dimpotrivă, a răspuns Ramanujan (conform unei anecdote standard a matematicienilor), este cel mai mic număr exprimabil ca sumă de două

cuburi în două modalități diferite.* „Fiecare întreg pozitiv este unul dintre prietenii personali ai lui Ramanujan", a remarcat J.E. Littlewood. Datorită anecdotei, 1 729 este cunoscut în zilele noastre drept numărul Hardy-Ramanujan. Şi asta nu e tot; se mai întâmplă că 1 729 este, totodată, un număr Carmichael, un pseudoprim Euler şi un număr Zeisel.

Însă chiar şi mintea lui Ramanujan era finită, după cum sunt şi Wikipedia, şi suma totală a cunoaşterii omeneşti, astfel încât lista numerelor interesante trebuie să se sfârşească undeva. Cu siguranță trebuie să existe un număr despre care să nu fie nimic de spus. Orinde s-ar găsi, aici apare un paradox: putem descrie, în mod interesant, acel număr drept „cel mai mic număr neinteresant".

Acesta nu este altul decât paradoxul lui Berry renăscut, cel descris de către Bertrand Russell în *Principia Mathematica.* Berry şi Russell au întrebat drăceşte: Care este cel mai mic număr întreg care nu poate fi numit în mai puțin de nouăsprezece silabe? Oricare ar fi acest număr, el poate fi numit în optsprezece silabe: *the least integer not nameable in fewer than nineteen syllables.*** Explicațiile motivelor pentru care un număr este interesant sunt moduri de a numi numărul: „pătratul lui unsprezece", de exemplu, sau „numărul de stele de pe drapelul american". Unele dintre aceste nume nu par a fi deosebit de utile şi unele sunt destul de vagi. Unele sunt pure fapte matematice: dacă, de exemplu, un număr este exprimabil ca sumă a două cuburi în două modalități diferite. Dar unele sunt

---

* $1729 = 1^3 + 12^3 = 9^3 + 10^3$ (n.a.).

** Evident, paradoxul apare numai în limba engleză; în traducere, „cel mai mic întreg nedenominabil în mai puțin de nouăsprezece silabe" numără douăzeci şi patru de silabe. Dacă vrem să ne jucăm, putem forța şi limba română să dea paradoxul; de exemplu – „cel mai mic întreg fără nume sub nouăsprezece silabe" intră în tiparul Berry-Russell, având optsprezece silabe (n.t.).

fapte legate de lume, de limbaj sau de ființele umane și ele pot fi accidentale și efemere – de exemplu, dacă un număr corespunde unei stații de metrou sau unei date istorice.

Chaitin și Kolmogorov au resuscitat paradoxul lui Berry inventând teoria algoritmică a informației. Un algoritm denumește un număr. „Paradoxul original vorbește despre limba engleză, dar este mult prea vag", spune Chaitin. „Voi lua un limbaj de programare în schimb." Firește că alege limbajul unei mașini universale Turing.

> Și apoi ce înseamnă, cum denumești un număr întreg? Ei bine, denumești un întreg dând un mod de a-l calcula. Un program denumește un număr întreg dacă outputul lui este acel întreg – știți, el scoate acel întreg, unul singur, și apoi se oprește.[28]

A întreba dacă un număr este interesant este inversul întrebării dacă este aleatoriu. Dacă numărul n poate fi calculat de un algoritm care este relativ scurt, atunci n este interesant. Dacă nu, este aleatoriu. Algoritmul PRINTEAZĂ I ȘI APOI PRINTEAZĂ 100 DE ZERO generează un număr interesant (un googol).* Tot astfel, GĂSEȘTE PRIMUL NUMĂR PRIM ȘI URMĂTORUL NUMĂR PRIM ȘI REPETĂ DE UN MILION DE ORI generează un număr interesant: suma primului milion de numere prime. I-ar lua unei mașini Turing mult timp să calculeze acel număr special, dar un timp finit, totuși. Numărul este calculabil.

Dar, dacă cel mai concis algoritm pentru n este „PRINTEAZĂ [n]" – un algoritm ce încorporează întregul număr, fără prescurtări –, atunci putem spune că nu e nimic interesant în legătură cu n. În termenii lui Kolmogorov, acest număr este aleatoriu – de complexitate maximă. Va trebui să fie lipsit de

* Un googol este 10^{100}, adică cifra 1 urmată de o sută de zerouri (n.t.).

structură, pentru că orice structură ar furniza un mod de a concepe un algoritm prescurtat. „Dacă un program informatic scurt, concis calculează numărul, aceasta înseamnă că are o calitate sau caracteristică ce-ți dă posibilitatea să-l alegi și să-l comprimi într-o mai scurtă descriere algoritmică", spune Chaitin. „Așa că este neobișnuit; este un număr interesant."

Dar ce *este* neobișnuit? Privind în general toate numerele, cum poate ști un matematician dacă cele interesante sunt rare sau comune? În această privință, considerând orice număr, poate fi sigur vreodată un matematician dacă poate fi găsit un algoritm mai mic? Pentru Chaitin, aceasta erau întrebările esențiale.

La prima a răspuns cu un argument de numărare. Vasta majoritate a numerelor trebuie să fie neinteresantă, deoarece nu pot să existe suficient de multe programe informatice concise care să le rezolve. Să le numărăm. Dați fiind 1 000 de biți (să spunem), se obțin 2^{1000} de numere; dar nici pe departe nu se pot scrie atât de multe programe utile cu numai 1 000 de biți. „Există o mulțime de întregi pozitivi", spune Chaitin. „Dacă programele trebuie să fie mai mici, atunci nu există destule pentru a denumi toate acele diferite numere întregi." Așa că majoritatea de *n*-uri de orice lungime dată sunt aleatorii.

A doua întrebare era mult mai tulburătoare. Știind că majoritatea numerelor sunt aleatorii și dat fiind orice număr particular *n*, pot matematicienii să demonstreze că acesta este aleatoriu? Ei nu pot spune doar uitându-se la el. Ei pot adeseori să demonstreze contrariul, că *n* este interesant: în acest caz, ei doar trebuie să găsească un algoritm scurt care îl generează pe *n*. (Din punct de vedere tehnic, trebuie să fie mai scurt decât $\log_2 n$ biți, numărul necesar pentru a-l scrie pe *n* în limbajul binar.) A dovedi negația este o altă poveste. „Chiar dacă majo-

ritatea întregilor pozitivi sunt neinteresanți", a declarat Chaitin, „nu poți fi niciodată sigur. . . . O poți dovedi numai într-un număr mic de cazuri". Se poate imagina făcând acest lucru prin forța brută, scriind fiecare algoritm posibil și testându-le unul câte unul. Dar un computer va trebui să efectueze testele – un algoritm testând alt algoritm – și curând, a demonstrat Chaitin, apare o nouă versiune a paradoxului lui Berry. În loc de „cel mai mic număr neinteresant", se ajunge inevitabil la o afirmație de forma „cel mai mic număr despre care putem demonstra că nu poate fi denumit în mai puțin de *n* silabe". (Nu mai vorbim realmente despre silabe, desigur, ci de stări ale mașinii Turing.)* Este o altă răsucire recursivă, ce face o buclă închisă. Aceasta era versiunea lui Chaitin a incompletitudinii lui Gödel. Definită în termeni de mărime a programului, complexitatea este, în general, necalculabilă. Dat fiind un șir arbitrar de un milion de cifre, un matematician știe că este aproape cu certitudine aleatoriu, complex și nestructurat – dar nu poate să fie absolut sigur.

Chaitin și-a elaborat lucrarea la Buenos Aires. Pe când era adolescent, înainte să fi putut absolvi City College, părinții lui s-au mutat înapoi acasă în Argentina și acolo a obținut un job la IBM World Trade. A continuat să-și hrănească obsesia lui Gödel și a incompletitudinii și să trimită articole Societății Americane de Matematică și Asociației pentru Mașini de Calcul. Peste opt ani, Chaitin s-a întors în Statele Unite ca să viziteze centrul de cercetări din Yorktown Heights, New York, și l-a sunat la telefon pe eroul său, pe atunci apropiindu-se de șaptezeci de ani, aflat la Institutul pentru Studii Avansate de

* Mai precis, ar arăta cam așa: „Secvența binară finită *S* cu prima demonstrație că *S* nu poate fi descris de o mașină Turing cu *n* stări sau mai puține" este un ($\log_2 n+c_s$) – descrierea stării lui *S* (n.a.).

la Princeton. Gödel a răspuns, Chaitin s-a prezentat şi a spus că are o nouă abordare a incompletitudinii, bazată pe paradoxul lui Berry în loc de paradoxul bărbierului.

„Nu are nicio importanţă ce paradox folosiţi", a spus Gödel.

„Da, dar ." Chaitin a spus că era pe urmele unei noi viziuni „bazată pe teoria informaţiei" asupra incompletitudinii şi a întrebat dacă l-ar putea vizita pe Gödel la Princeton. Locuia la YMCA – Asociaţia Tinerilor Creştini – din White Plains şi ar fi luat trenul, schimbând la New York. Gödel a fost de acord, însă în ziua stabilită a anulat întrevederea. Ningea şi se temea pentru sănătatea lui. Chaitin nu l-a întâlnit niciodată. Gödel, tot mai instabil, temându-se să nu fie otrăvit, a murit în iarna lui 1978 prin autoînfometare.[29]

Chaitin şi-a petrecut restul carierei sale la Centrul de Cercetări Watson IBM, unul dintre ultimii mari savanţi care să fi fost atât de bine susţinut într-o activitate fără niciun folos plauzibil pentru patronul său corporatist. A spus uneori că „se ascundea" într-un departament de fizică; simţea că matematicienii mai convenţionali l-au exclus oricum ca pe un „fizician de cabinet". Opera lui trata matematicile ca pe un fel de ştiinţă empirică – nu ca pe o conductă platoniciană către adevărul absolut, ci ca pe un program de cercetare supus contingenţelor şi incertitudinilor lumii. „În pofida incompletitudinii şi a incalculabilităţii şi chiar a accidentalităţii algoritmice", a spus el, „matematicienii nu vor să renunţe la certitudinea absolută. De ce? Ei bine, certitudinea absolută e ca Dumnezeu".[30]

În fizica cuantică şi, mai târziu, în haos, savanţii au descoperit limitele cunoaşterii lor. Ei au explorat fertila incertitudine care la început l-a ofensat pe Einstein, care nu voia să creadă că Dumnezeu joacă zaruri cu universul. Teoria algoritmică a informaţiei aplică aceleaşi limitări universului tuturor nume-

relor – un univers ideal, mental. După cum s-a exprimat Chaitin, „Dumnezeu joacă zaruri nu numai în mecanica cuantică şi în dinamica nonliniară, ci chiar în teoria elementară a numerelor".[31]

Printre lecţiile sale erau şi acestea:

- Majoritatea numerelor sunt aleatorii. Totuşi, numai foarte puţine dintre ele pot fi *demonstrate* ca fiind aleatorii.
- Un flux haotic de informaţii poate să ascundă totuşi un algoritm simplu. Mersul înapoi dinspre haos către algoritm poate fi imposibil.
- Complexitatea Kolmogorov-Chaitin (KC) este pentru matematică ceea ce este entropia pentru termodinamică: antidotul perfecţiunii. Aşa cum nu putem avea maşini cu mişcare perpetuă, nu pot exista sisteme formale axiomatice complete.
- Unele fapte matematice sunt adevărate fără motiv. Ele sunt accidentale, lipsite fiind de o cauză sau de un sens mai adânc.

Joseph Ford, un fizician care studia comportamentul sistemelor dinamice imprevizibile în anii 1980, a spus că Chaitin „a surprins încântător esenţa materiei", arătând calea dinspre incompletitudinea lui Gödel către haos. Acesta era „sensul mai profund al haosului", a declarat Ford:

> Orbitele haotice există, dar ele sunt copiii lui Gödel, atât de complexe, atât de supraîncărcate de informaţie, încât oamenii nu le pot înţelege niciodată. Însă haosul este omniprezent în natură; prin urmare, universul este plin de nenumărate mistere pe care omul nu le poate înţelege niciodată.[32]

Cât de multă informație . . . ?

Atunci când un obiect (un număr, un șir de biți sau un sistem dinamic) poate fi exprimat altcumva în mai puțini biți, este comprehensibil. Un telegrafist economicos preferă să transmită versiunea comprimată. Pentru că spiritul telegrafiștilor economicoși a ținut luminile aprinse la Bell Labs, era firesc pentru Claude Shannon să exploreze compresia datelor, atât în teorie, cât și în practică. În viziunea sa, compresia era fundamentală: în activitatea sa de criptograf din timpul războiului a analizat deghizarea informației la un capăt și recuperarea informației la celălalt; tot astfel, compresia datelor codifică informația, dintr-un motiv diferit – utilizarea eficientă a lărgimii de bandă. Canalele de televiziune prin satelit, playerele muzicale de buzunar, camerele foto și telefoanele eficiente și nenumărate alte accesorii moderne depind de algoritmii de codificare meniți să comprime numere – secvențe de biți –, și acei algoritmi își au originile în lucrarea originală a lui Shannon din 1948.

Primul dintre aceștia, numit acum „codificarea Shannon-Fano", a venit din partea colegului său, Robert M. Fano. A început cu ideea simplă de a atribui coduri scurte simbolurilor frecvente, ca în codul Morse. Ei știau că metoda lor nu era optimă, totuși nu te puteai bizui pe ea ca să producă cele mai scurte mesaje posibile. În următorii trei ani, a fost depășită de activitatea unui absolvent al lui Fano de la MIT, David Huffman. În deceniile următoare, versiuni ale algoritmului de codificare Huffman au stors mulți, mulți biți.

Ray Solomonoff, copilul unor imigranți ruși care a studiat la Universitatea din Chicago, a consultat lucrarea lui Shannon la începutul anilor 1950 și a început să se gândească la ceea ce el a numit „problema comprimării informației": cât de multă informație s-ar putea „împacheta" într-un număr dat de biți,

sau invers, dată fiind o informație, cum se poate comprima în cât mai puțini biți.[33] Și-a luat diploma în fizică, a studiat biologia matematică și, colateral, probabilitatea și logica, ajungând să-i cunoască pe Marvin Minsky și John McCarthy, pionieri într-un domeniu ce avea să fie curând numit inteligență artificială. Apoi, a citit neconvențională și originala lucrare a lui Noam Chomsky, „Trei modele de descriere a limbajului", ce aplica noile idei din teoria informației la formalizarea structurii limbii.[34] Toate acestea se învârteau în mintea lui Solomonoff; nu era sigur unde duceau, dar s-a descoperit concentrându-se asupra problemei *inducției*. Cum creează oamenii teorii care să explice experiența lor în relație cu lumea? Ei trebuie să facă generalizări, să descopere structuri în datele care sunt întotdeauna influențate de accidentalitate și de zgomot. Poate fi făcută o mașină capabilă să realizeze acest lucru? Cu alte cuvinte, se poate face un computer să învețe din experiență?

A elaborat un răspuns aprofundat și l-a publicat în 1964. Era excentric și abia a fost băgat de seamă până în anii 1970, când atât Chaitin, cât și Kolmogorov anticipaseră trăsăturile esențiale a ceea ce, de atunci, s-a numit teoria algoritmică a informației. De fapt, și Solomonoff arătase cum ar putea un computer să privească secvențe de date – secvențe de numere sau șiruri de biți – și să măsoare accidentalitatea și structurile lor ascunse. Atunci când oamenii sau computerele învață din experiență, ei folosesc inducția: recunoscând regularități în mijlocul unor fluxuri neregulate de informații. Din acest punct de vedere, legile științei reprezintă compresia datelor în acțiune. Un fizician teoretic acționează ca un foarte inteligent algoritm de codificare. „Legile științei care au fost descoperite pot fi văzute ca niște rezumate ale unor mari cantități de date empirice despre univers", a scris Solomonoff. „În contextul

actual, fiecare asemenea lege poate fi transformată într-o metodă de codificare compactă a datelor empirice care au dat naştere acelei legi."[35] O bună teorie ştiinţifică este economică. Acesta era un alt mod de a spune acest lucru.

Solomonoff, Kolmogorov şi Chaitin au atacat trei probleme diferite şi au dat acelaşi răspuns. Solomonoff era interesat de inferenţa inductivă: dată fiind o suită de observaţii, cum se pot face cele mai bune predicţii despre ceea ce va urma? Kolmogorov căuta o definiţie matematică a accidentalităţii: ce înseamnă a spune că o secvenţă este mai aleatorie decât alta, când au aceeaşi probabilitate să apară dintr-o serie de aruncări cu banul? Iar Chaitin încerca să găsească o cale adâncă spre incompletitudinea lui Gödel pe urmele lui Turing şi Shannon – după cum a spus el mai târziu: „punând teoria informaţiei a lui Shannon şi teoria calculabilităţii a lui Turing într-un vas de preparat cocktailuri şi agitându-l cu vigoare".[36] Toţi trei au ajuns la dimensiunea minimală a programului. Şi toţi au sfârşit prin a discuta despre complexitate.

Următoarea serie de biţi (sau număr) nu este foarte complexă, pentru că este raţională:

D: 142857142857142857142857142857142857142857142857...

Se poate reformula concis sub forma „PRINTEAZĂ 142857 ŞI REPETĂ" sau chiar şi mai concis drept „1/7". Dacă este un mesaj, compresia economiseşte apăsări pe taste. Dacă este un flux de date, observatorul poate să recunoască un model, să devină din ce în ce mai încrezător şi să se oprească la *o şeptime* ca teorie pentru acele date.

Prin contrast, această secvenţă conţine o surpriză târzie:

E: 10101010101010101010101010101010101010101010101013

Telegrafistul (teoreticianul sau algoritmul de compresie) trebuie să acorde atenție întregului mesaj. Cu toate acestea, informația suplimentară este minimă: mesajul încă poate să fie comprimat, oriunde există un model. Putem spune că el conține o parte redundantă și o parte arbitrară.

Shannon a fost primul care a arătat că tot ce nu este aleatoriu într-un mesaj permite comprimarea:

F: 10110101111011011010111010111011110100111011010011110110

Mulți de 1, puțini de 0, această serie poate fi emisă de aruncarea unei monede măsluite. Codificarea Huffman și alți algoritmi similari exploatează regularitățile statistice pentru a comprima datele. Fotografiile sunt compresibile datorită structurii naturale a subiectului lor: pixeli deschiși la culoare și pixeli întunecați vin grupați; din punct de vedere statistic, pixelii apropiați este probabil să fie asemănători; pixelii îndepărtați, nu. Semnalul video este și mai comprimabil, pentru că diferențele dintre un cadru și următorul sunt relativ mici, exceptând situațiile în care subiectul este în mișcare rapidă și turbulentă. Limba naturală este compresibilă datorită redundanțelor și a regularităților de genul celor analizate de către Shannon. Numai o secvență complet aleatorie rămâne incomprimabilă: nimic altceva decât o surpriză după alta.

Secvențele aleatorii sunt „normale" – un termen tehnic care înseamnă că, în medie, pe termen lung, fiecare cifră apare exact tot atât de des ca și celelalte, o dată din zece; și fiecare pereche de cifre, de la 00 la 99, apare o dată la 100; la fel, fiecare tripletă, și așa mai departe. Niciun șir de o anumită lungime nu este mai probabil să apară decât oricare alt șir de

aceeaşi lungime. Normalitatea este una dintre acele idei aparent simple care, atunci când sunt privite îndeaproape de către matematician, se dovedesc pline de spini. Chiar dacă o secvenţă cu adevărat aleatorie trebuie să fie normală, reversul nu este întotdeauna valabil. Un număr poate să fie normal din punct de vedere statistic, dar cătuşi de puţin aleatoriu. David Champernowne, un tânăr prieten de la Cambridge al lui Turing, a inventat (sau a descoperit) o astfel de creatură în 1933 – o construcţie alcătuită din toate numerele întregi, înlănţuite în ordine:

G: 123456789101112131415161718192021222324252627282 93...

Este uşor de văzut că fiecare cifră şi fiecare combinaţie de cifre survine în mod egal pe termen lung. Şi totuşi, secvenţa nu poate fi mai puţin aleatorie. Este rigid structurată şi total predictibilă. Dacă ştii unde te afli, ştii ce urmează.

Chiar lăsând la o parte ciudăţenii precum cea a lui Champernowne, se dovedeşte că numerele normale sunt greu de recunoscut. În universul numerelor, normalitatea este regula; matematicienii ştiu cu certitudine că aproape toate numerele sunt normale. Numerele raţionale nu sunt normale şi există infinit de multe numere raţionale, dar sunt infinit depăşite numeric de numerele normale. Totuşi, odată stabilită marea întrebare generală, matematicienii nu pot aproape niciodată să demonstreze pentru orice număr particular că este normal. Aceasta este în sine una dintre cele mai remarcabile ciudăţenii ale matematicii.

Chiar şi π ascunde câteva mistere:

C: 3,14159265358979323846643383279502884197169399375 1...

Computerele din lume au consumat multe cicluri analizând prima mie de miliarde sau pe acolo de cifre zecimale cunoscute din acest mesaj cosmic şi, atât cât se poate spune, ele par să fie normale. Nu s-au descoperit niciun fel de trăsături statistice – nicio părtinire sau corelaţie, locală sau îndepărtată. Este un număr chintesenţial nealeatoriu ce pare să se comporte aleatoriu. Dată fiind a *n*-a cifră, nu există scurtătură de a ghici a *n* plus una. Încă o dată, următorul bit este întotdeauna o surpriză.

Atunci, cât de multă informaţie este reprezentată de acest şir de cifre? Este informaţia bogată, ca în cazul unui număr aleatoriu? Ori e săracă, la fel ca o secvenţă ordonată?

Telegrafistul ar putea, desigur, să economisească multe tastări – infinit de multe, pe termen lung – expediind mesajul „π". Dar asta înseamnă să trişeze. Presupune o cunoaştere anterior împărtăşită de către expeditor şi de către receptor. Expeditorul trebuie să recunoască această secvenţă specială de la bun început, iar apoi receptorul trebuie să ştie ce este π şi cum să caute extinderea sa zecimală sau altcumva cum să-l calculeze. De fapt, ei trebuie să utilizeze în comun o carte de coduri.

Aceasta nu înseamnă, totuşi, că π conţine o mare cantitate de informaţie. Mesajul esenţial poate fi transmis prin mai puţine tastări. Telegrafistul dispune de câteva strategii. De exemplu, el ar putea spune: „Ia 4, scade 4/3, adună 4/5, scade 4/7 şi aşa mai departe". Cu alte cuvinte, telegrafistul trimite un algoritm. Această serie infinită de fracţii este uşor convergentă spre π, astfel încât receptorul are mult de lucru, dar mesajul în sine este unul economic: conţinutul total de informaţie este acelaşi indiferent de câte zecimale este nevoie.

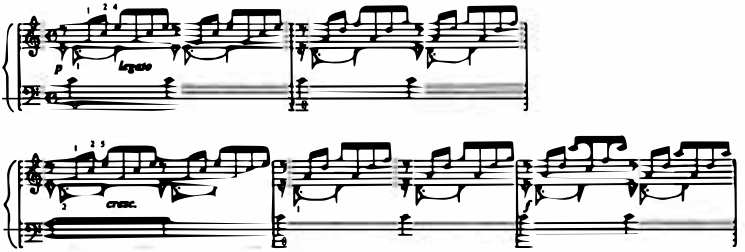
Problema cunoaşterii împărtăşite la capetele îndepărtate ale liniei dă naştere la complicaţii. Uneori, oamenilor le place să

încadreze acest gen de problemă – problema conținutului informațional al mesajelor – în termeni de comunicare cu o formă de viață extraterestră dintr-o galaxie îndepărtată. Ce le-am putea spune? Ce-am vrea să le spunem? Legile matematicii fiind universale, avem tendința să gândim că π ar fi un mesaj pe care l-ar putea recunoaște orice ființă inteligentă. Numai că ar fi greu de crezut că ei cunosc litera grecească. Nici că ar fi probabil ca ei să recunoască cifrele zecimale „3,1415926535 . . .", decât dacă s-ar întâmpla ca ei să aibă zece degete.

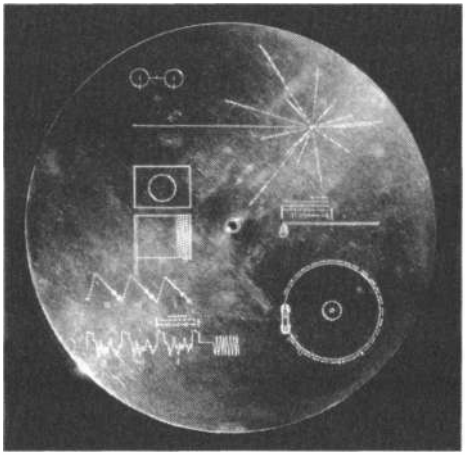
Expeditorul unui mesaj nu poate să știe niciodată pe deplin cartea de coduri mentale ale receptorului. Două candele într-o fereastră nu înseamnă nimic sau poate să însemne „Britanicii vin pe mare". Fiecare poezie este un mesaj, diferit pentru fiecare cititor. Există o cale de a face să dispară caracterul vag al acestei linii de gândire. Chaitin a exprimat-o astfel:

> Este preferabil să avem în vedere comunicarea nu cu un prieten aflat la distanță, ci cu un computer digital. Prietenul poate avea inteligența de a face inferențe cu numere sau de a construi o serie din informații parțiale sau pornind de la niște instrucțiuni vagi. Computerul nu are această capacitate și, pentru scopurile noastre, această deficiență este un avantaj. Instrucțiunile date computerului trebuie să fie complete și explicite, dându-i posibilitatea de a proceda pas cu pas.[37]

Cu alte cuvinte: mesajul este un algoritm. Receptorul este o mașină; nu posedă niciun dram de creativitate, de incertitudine și de cunoaștere, exceptând orice tip de „cunoaștere" inerentă structurii mașinii. În anii 1960, computerele digitale primeau deja instrucțiuni în forme măsurabile în biți, așa că era firesc să se gândească despre câtă informație era conținută în orice algoritm.

Un gen diferit de mesaj ar fi acesta:

Chiar la prima vedere această secvență de note muzicale pare nealeatorie. Se întâmplă că mesajul pe care îl reprezintă călătorește deja prin spațiul interstelar, la 10 miliarde de mile depărtare de origine, cu o mică parte din viteza luminii. Mesajul nu este codificat în această notație tipărită și nici într-o formă digitală, ci sub forma unor unde microscopice încrustate într-un singur șanț lung, rotindu-se în spirală pe un disc având doisprezece inchi în diametru și o cincizecime de inch grosime. Discul ar putea fi de vinil, dar, în acest caz, era de cupru, placat cu aur. Acest mijloc analogic de captare, păstrare și reproducere a sunetului a fost inventat în 1877 de către Thomas Edison, care l-a numit fonograf. A rămas cea mai populară tehnologie audio timp de un secol – dar nu mai mult –, iar în 1977 un comitet condus de către astronomul Carl Sagan a creat un disc special de fonograf și a depozitat copii într-o pereche de nave spațiale, numite *Voyager 1* și *Voyager 2*, fiecare de mărimea unui mic automobil, lansate în acea vară de la Cape Canaveral, Florida.

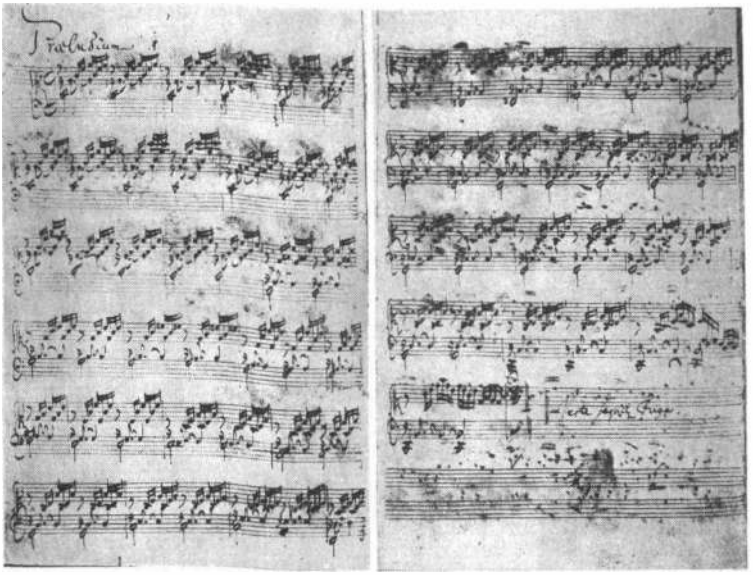
Este, prin urmare, un mesaj într-o sticlă interstelară. Mesajul nu are niciun sens, în afară de structurile sale, ceea ce înseamnă a spune că este artă abstractă: primul „Preludiu" din *Clavirul bine temperat* de Johann Sebastian Bach, cântat la pian de către Glenn Gould. Mai general, poate că semnificația este:



„Discul de aur" depus la bordul navei spațiale Voyager.

„Există viață inteligentă aici". În afară de „Preludiul" de Bach, discul mai cuprinde mostre muzicale din câteva culturi diferite și o selecție de sunete pământene: vânt, valuri și tunete; salutări rostite în cincizeci și cinci de limbi; sunete scoase de greieri, broaște și balene; o sirenă de navă, hurducăitul unei căruțe trase de cai și o țăcăneală în codul Morse. Alături de discul de fonograf, mai sunt un cartuș cu cerneală și un ac, cu un scurt manual de instrucțiuni pictografice. Comitetul nu și-a bătut capul cu un player sau cu o sursă de energie electrică. Poate că extratereștrii vor găsi un mod de a converti acele șanțuri analogice din metal în unde din ce fluid le servește drept atmosferă – sau în alt input adecvat pentru simțurile lor extraterestre.

Vor recunoaște ei complicata structură a „Preludiului" de Bach (să spunem) ca fiind deosebită față de mai puțin interesantul, mai aleatoriul târâit de greieri? Ar purta partitura un mesaj mai clar – notele tipărite conținând, în fond, esența creației lui Bach? Și, la modul mai general, ce fel de cunoaștere ar fi necesară la capătul îndepărtat al liniei – ce fel de carte de coduri – pentru a descifra mesajul? O apreciere a contrapunctului și a liniei melodice principale? Un simț al contextului tonal și al practicilor interpretative ale barocului european?



Sunetele – notele – vin în grupuri; ele alcătuiesc forme, numite melodii; ele se supun regulilor unei gramatici implicite. Poartă cu ea muzica propria ei logică, independentă de geografie și de istorie? Între timp, pe pământ, peste câțiva ani, chiar înainte ca navele *Voyager* să fi trecut de marginile sistemului solar, muzica rareori mai era înregistrată în forme analogice. E mai bine să se stocheze sunetele *Clavirului bine temperat* sub formă de biți: undele discretizate fără pierderi, conform teoremei de selectare a lui Shannon, iar informația păstrată în zeci de medii acceptabile.

În termeni de biți, un „Preludiu" de Bach ar putea să pară a nu conține de loc multă informație. Așa cum a fost scris de către Bach pe două pagini de manuscris, acesta ajunge la șase sute de note, caractere dintr-un mic alfabet. Așa cum a fost interpretat în 1964 la pian de către Glenn Gould – adăugând straturile de nuanțe și variațiunile interpretului față de instruc-

țiunile seci – durează un minut și treizeci și șase de secunde. Sunetul acelei interpretări, înregistrate pe un CD, ciupituri microscopice, arse de un laser pe un disc subțire de plastic policarbonat, cuprinde 135 milioane de biți. Însă acest șir de biți poate fi compresat considerabil fără nicio pierdere de informație. Alternativ, preludiul se poate înscrie pe un mic rulou pentru pian mecanic (descendent al războiului de țesut al lui Jacquard, predecesorul calculului cu cartele perforate); codificat electronic cu protocolul MIDI, folosește câteva mii de biți. Chiar și mesajul originar de șase sute de caractere are o enormă redundanță: tempoul invariabil, timbrul uniform, doar o mică structură melodică, un cuvânt, repetat iar și iar cu mici variații până la măsurile finale. Este celebru și înșelător de simplu. Însăși repetiția creează așteptări și le năruie. Abia dacă se întâmplă ceva, și totul este o surpriză. „Nemuritoare acorduri frânte de strălucitor de albe armonii", a spus Wanda Landowska. E simplu modul în care un desen de Rembrandt este simplu. Face multe cu puțin. Este atunci bogat în informație? Se poate considera că anumite creații muzicale sunt sărace informațional. La o extremă, compoziția lui John Cage, intitulată *4'33"*, nu conține nici măcar o singură „notă": numai patru minute și treizeci și trei de secunde de tăcere aproape totală, timp în care piesa absoarbe sunetele ambientale din jurul pianistului – spectatorii foindu-se pe scaune, foșnet de haine, răsuflări, căscaturi.

Câtă informație este în „Preludiul în Do major de Bach"? Ca mulțime de structuri, în timp și frecvență, poate fi analizat, urmărit și înțeles, dar numai până la un punct. În muzică, la fel ca și în poezie sau în oricare altă artă, înțelegerea perfectă trebuie să rămână evazivă. Dacă s-ar putea atinge fundul, ar fi o mare plictiseală.

Într-un fel, aşadar, utilizarea dimensiunii minime a programului pentru definirea complexităţii pare perfectă – un apogeu potrivit al teoriei informaţiei a lui Shannon. În alt fel, ea rămâne profund nesatisfăcătoare. Acest fapt se adevereşte mai ales atunci când ne întoarcem către marile întrebări – s-ar putea spune, întrebări umane – ale artei, biologiei sau inteligenţei.

Potrivit acestei măsuri, un milion de zerouri şi un milion de aruncări cu banul reprezintă extremele unui spectru. Şirul gol este pe cât se poate de simplu; şirul aleatoriu este de complexitate maximă. Zerourile nu furnizează nicio informaţie; aruncările cu banul produc maximum de informaţie posibil. Şi totuşi, aceste extreme au ceva în comun. Sunt terne. Nu au nicio valoare. Dacă oricare ar fi fost un mesaj dintr-o altă galaxie, nu am atribui expeditorului niciun pic de inteligenţă. Dacă ar fi fost muzică, ar fi în egală măsură lipsite de valoare.

Orice lucru la care ţinem se află undeva la mijloc, unde structura şi accidentalitatea se întrepătrund.

Chaitin şi un coleg de-ai săi, Charles Bennett, discutau uneori la centrul de cercetări al IBM, de la Yorktown Heights, New York. De-a lungul mai multor ani, Bennett a dezvoltat o nouă măsură a valorii, pe care a numit-o „logical depth" – profunzime logică. Ideea de profunzime a lui Bennett este legată de complexitate, dar este ortogonală faţă de ea. Are menirea să surprindă utilitatea unui mesaj, indiferent ce-ar putea să însemne utilitatea într-un domeniu particular. „Din primele zile ale teoriei informaţiei, s-a apreciat că informaţia per se nu este o bună măsură pentru valoarea mesajului", a scris el, publicându-şi în cele din urmă sistemul în 1988.

O serie tipică de aruncări cu banul are un ridicat conţinut informaţional dar o valoare redusă; o efemeridă, ce dă poziţiile

zilnice ale lunii și ale planetelor timp de o sută de ani, nu conține mai multă informație decât ecuațiile de mișcare și condițiile inițiale de la care s-a făcut calculul, dar economisește deținătorului său efortul de a recalcula aceste poziții.[38]

Cantitatea de muncă de care este nevoie pentru a calcula ceva fusese neglijată în cea mai mare parte – dată de-o parte – în toată teoretizarea bazată pe mașinile Turing, care lucrează, la urma urmei, atât de greoi. Bennett a repus problema. Nu există profunzime logică în acele părți de mesaj care sunt pură accidentalitate și imprevizibilitate, după cum nu există profunzime logică nici în redundanța evidentă – simplă repetiție și copiere. Mai curând, a propus el, valoarea unui mesaj se află în „ceea ce se poate numi redundanța lui îngropată – părți previzibile numai cu dificultate, lucruri pe care, în principiu, receptorul le-ar fi putut afla fără să i se spună, dar numai cu un cost considerabil de bani, timp sau calcule". Atunci când evaluăm complexitatea unui obiect sau conținutul său informațional, intuim un calcul ascuns în adâncuri. Acest lucru poate fi adevărat în legătură cu muzica, poezia, cu o teorie științifică sau un joc de cuvinte încrucișate, care îi face plăcere celui care îl rezolvă atunci când nu este nici prea criptic, nici prea facil, ci oarecum la mijloc.

Matematicienii și logicienii dezvoltaseră o tendință de a gândi procesarea informației ca fiind pe gratis – nu ca pomparea apei sau căratul pietrelor. În vremea noastră, a ajuns cu siguranță ieftină. Dar ea încorporează o muncă, în fond, și Bennett sugerează să recunoaștem această muncă și să socotim costurile sale în înțelegerea complexității. „Cu cât un lucru este mai subtil, cu atât e mai greu de descoperit", spune Bennett. El a aplicat ideea profunzimii logice în problema autoorganizării: întrebarea cât de complexe sunt structurile care evolu-

ează în natură. Evaluarea începe de la condițiile inițiale simple: complexitatea se naște aparent construindu-se de una singură. Indiferent care ar fi procesele elementare implicate, fizice sau biologice, ceva în curs de desfășurare începe să semene a calcul.

13 | INFORMAŢIA ESTE FIZICĂ
(IT FROM BIT)*

Cu cât mai multă energie, cu atât mai repede ţopăie biţii. Pământul, aerul, focul şi apa sunt toate, până la urmă, alcătuite din energie, însă diferitele forme pe care le iau sunt determinate de informaţie. Ca să faci ceva, este nevoie de energie. Ca să specifici ce anume se face, este nevoie de informaţie.[1]

– Seth Lloyd (2006)

Mecanica cuantică a înfruntat, în scurta sa istorie, mai multe crize, controverse, interpretări (Copenhaga, Bohm, lumi multiple, minţi multiple), implozii facţioniste şi bătăi filosofice cu pumnul în piept decât oricare altă ştiinţă. E din belşug ciuruită de mistere. Desconsideră fără griji intuiţia umană. Albert Einstein a murit neîmpăcat cu consecinţele ei, iar Richard Feynman nu glumea atunci când a spus că nimeni n-o înţelege. Poate că disputele privind natura realităţii sunt de aşteptat; cu atât de straniul ei succes în practică, fizica cuantică se ocupă, în teorie, de fundamentele tuturor lucrurilor şi propriile sale fundamente sunt reconstruite continuu. Chiar şi aşa, fermentul pare câteodată mai mult religios decât ştiinţific.

„Cum s-a ajuns aici?", întreabă Christopher Fuchs, un teoretician cuantic de la Bell Labs şi apoi de la Perimeter Institute din Canada.

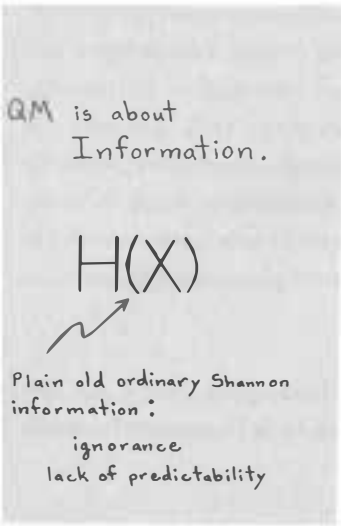
---

* Vezi ante, n.t. de la pagina 20.

Mergeți la orice întrunire și va fi ca într-un oraș sfânt în mare fierbere. Veți găsi toate religiile cu toți preoții lor asmuțiți în războiul sfânt – bohmienii, istoricii consecvenți, tranzacționaliștii, colapsienii spontani, einselecționiștii, obiectiviștii contextuali, everetticii declarați și mulți alții. Cu toții afirmă că au văzut lumina, ultima lumină. Fiecare ne spune că, dacă acceptăm soluția sa drept salvatoarea noastră, atunci vom vedea lumina și noi.[2]

E timpul, spune el, s-o luăm de la capăt. Să lăsăm deoparte axiomele cuantice existente, oricât de rafinate și de matematice, și să ne întoarcem la principiile fizice adânci. „Acele principii trebuie să fie proaspete; trebuie să fie imperioase. Ele trebuie să răscolească sufletul." Și unde ar trebui găsite aceste principii fizice? Fuchs răspunde propriei sale întrebări: în teoria cuantică a *informației.*

„Motivul e simplu și cred că inevitabil", declară el. „Mecanica cuantică a fost întotdeauna o teorie despre informație; numai că lumea fizicii a uitat acest lucru."[3]



Suport vizual de Christopher Fuchs

Unul care nu a uitat – sau care a redescoperit acest lucru – a fost John Archibald Wheeler, pionier al fisiunii nucleare, student al lui Bohr și profesor al lui Feynman, cel care a dat nume găurilor negre, ultimul gigant al fizicii din secolul XX. Wheeler avea darul epigramelor și al rostirilor gnomice. *O gaură neagră nu are păr* a fost celebrul său fel de a spune că nimic în afară de

masă, sarcină și spin nu poate fi perceput din exterior. „Ne învață", a spus el, „că spațiul poate fi mototolit ca o coală de hârtie într-un punct infinitezimal, că timpul poate fi nimicit cum ai sufla o flacără și că legile fizicii, pe care noi le vedem ca fiind «sacre» și imuabile, nu sunt nimic".[4] În 1989, el a oferit ultima sa expresie memorabilă: *It from Bit*. Viziunea lui era extremă. Era imaterialistă: informația întâi, tot restul pe urmă. „Cu alte cuvinte", a spus el,

> fiecare ceva [it] – fiecare particulă, fiecare câmp de forță, chiar continuumul spațiu-timp însuși – își derivă funcția, semnificația, însăși existența ... din *biți*. De ce natura ni se înfățișează cuantizată? Pentru că informația este cuantizată. Bitul este ultima particulă indivizibilă.[5]

Dintre fenomenele fizice care au împins informația în față și în centru, niciunul nu era mai spectaculos decât găurile negre. La început, firește, acestea păreau că nu implică informația câtuși de puțin.

Găurile negre erau creația minții lui Einstein, deși el nu a apucat să știe despre ele. El a stabilit, în 1915, că lumina trebuie să se supună atracției gravitaționale; că gravitația curbează materia spațiu-timpului; și că o masă destul de mare, compactă, ca într-o stea densă, s-ar prăbuși în sine cu totul, intensificându-și propria gravitație și contractându-se fără limite. A fost nevoie de încă o jumătate de secol pentru a se înfrunta consecințele, întrucât acestea sunt stranii. Totul intră, nimic nu iese. În centru se află singularitatea. Densitatea devine infinită: gravitația devine infinită; spațiu-timpul se curbează infinit. Timpul și spațiul se întrepătrund. Pentru că niciun strop de lumină, niciun fel de semnal nu pot scăpa din interior, astfel de lucruri sunt chintesențial invizibile. Wheeler a înce-

put să le numească găuri negre din 1967. Astronomii sunt siguri că au descoperit câteva, prin interferență gravitațională, și că nimeni nu poate ști vreodată ce se află înăuntrul lor.

La început, astrofizicienii s-au concentrat asupra prăbușirii în interior a materiei și energiei. Mai târziu, a început să le pese de informație. O problemă a apărut atunci când Stephen Hawking, adăugând efecte cuantice calculelor obișnuite ale relativității generale, a argumentat în 1974 că găurile negre ar trebui, la urma urmelor, să iradieze particule – o consecință a fluctuațiilor cuantice în orizontul apropiat al evenimentelor. Găurile negre se evaporă lent, cu alte cuvinte.[6] Problema era că radiația Hawking era lipsită de caracteristici și monotonă. Este radiație termică – altfel spus, căldură. Însă materia care cade în gaura neagră poartă informație, în chiar structura ei, în organizarea și în microstările sale. Atâta timp cât informația lipsă rămâne inaccesibilă, dincolo de orizontul evenimentelor, fizicienii nu aveau de ce să-și facă griji legate de ea. Puteau să spună că este inaccesibilă, dar nu distrusă. „Toate culorile sunt aidoma pe întuneric", a spus Francis Bacon în 1625.

Însă radiația Hawking, emisă în exterior, nu poartă nicio informație, totuși. Dacă gaura neagră se evaporă, unde se duce informația? Conform mecanicii cuantice, informația nu poate fi distrusă niciodată. Legile deterministe ale fizicii cer ca stările unui sistem fizic într-un anumit moment să determine stările din momentul următor; în detalii microscopice, legile sunt reversibile, iar informația trebuie să se păstreze. Hawking a fost primul care să declare ferm – chiar alarmant – că aceasta era o problemă care sfida însești fundamentele mecanicii cuantice. Pierderea de informație ar viola unitaritatea, principiul că probabilitățile trebuie să se însumeze până la valoarea unu. „Dumnezeu nu numai că joacă zaruri. Uneori, aruncă zarurile acolo unde ele nu pot fi văzute", a spus Hawking. În vara lui

1975, a trimis un articol la *Physical Review* cu un titlu dramatic: „Prăbuşirea fizicii în colapsul gravitaţional". Revista l-a ţinut mai bine de un an înainte de a-l publica sub un titlu ceva mai blând.[7]

După cum se aştepta Hawking, alţi fizicieni s-au opus cu vehemenţă. Printre aceştia, se număra şi John Preskill de la California Institute of Technology, care continua să creadă în principiul potrivit căruia informaţia nu se poate pierde: chiar şi atunci când o carte este mistuită de flăcări, în termenii fizicienilor, dacă ai putea să urmăreşti fiecare foton şi fiecare firicel de cenuşă, ar trebui să le poţi reintegra şi să reconstruieşti cartea. „Pierderea de informaţie este extrem de contagioasă", avertiza Preskill la Seminarul Teoretic de la Caltech. „E foarte greu să se modifice teoria cuantică astfel încât să accepte un pic de informaţie pierdută fără ca această pierdere să se scurgă în toate procesele."[8] În 1997, el a făcut un mult mediatizat pariu cu Hawking că informaţia trebuie să scape cumva din gaura neagră. Au pariat pe o enciclopedie la alegerea câştigătorului. „Unii fizicieni au sentimentul că ceea ce se întâmplă într-o gaură neagră este o chestiune academică sau chiar teologică, precum numărul îngerilor dintr-un vârf de ac", a spus Leonard Susskind de la Stanford, stând de partea lui Preskill. „Dar nu e câtuşi de puţin aşa; sunt în joc viitoarele reguli ale fizicii."[9] În decurs de câţiva ani, s-au propus o grămadă de soluţii. Însuşi Hawking a spus la un moment dat: „Cred că informaţia fuge probabil într-un alt univers. Încă nu am putut să arăt matematic acest lucru".[10]

Abia în 2004, la şaizeci şi doi de ani, Hawking s-a dat bătut şi a plătit pariul. El a anunţat că descoperise un mod de a arăta că gravitaţia cuantică este, în fond, unitară şi că informaţia se conservă. El a aplicat un formalism al indeterminării cuantice – integralele lui Richard Feynman ale traiectoriei de „sumă

istorică" – însești topologiei spațiu-timpului și a declarat, în consecință, că găurile negre nu sunt, fără ambiguitate, negre. „Confuzia și paradoxul se ivesc pentru că oamenii au gândit clasic în termenii unei singure topologii pentru spațiu-timp", a scris el.* Noua sa formulare i-a surprins pe fizicieni ca fiind obscură, lăsând multe întrebări fără niciun răspuns, dar el a fost categoric într-o anumită privință. „Nu există niciun univers bebeluș, pe cale să se nască, așa cum am crezut odată", a scris el. „Informația rămâne categoric în universul nostru. Îmi pare rău că-i dezamăgesc pe iubitorii de science fiction." I-a dăruit lui Preskill un exemplar din *Baseball Total: Enciclopedia definitivă a jocului de baseball*, de 2 688 de pagini – „din care informația poate fi recuperată cu ușurință", a spus el. „Dar poate că ar fi trebuit să-i fi dat numai cenușa."[11]

Charles Bennett a ajuns la teoria cuantică a informației pe o cale foarte diferită. Cu mult înainte de a fi elaborat ideea sa de profunzime logică, se gândea la „termodinamica procesului de calcul" – o temă specială, deoarece procesarea informației era tratată în cea mai mare parte ca și cum ar fi fost incorporală. „Termodinamica procesului de calcul, dacă cineva se oprise pentru a-și pune întrebări în legătură cu ea, păruse probabil o temă de cercetare științifică nu mai urgentă decât, să spunem, termodinamica iubirii"[12], spune Bennett. Este ca și energia gândirii. Se pot consuma niște calorii, dar nimeni nu stă să le socotească.

Și mai bizar, Bennett a încercat să cerceteze termodinamica celui mai puțin termodinamic computer dintre toate – nonexistenta, abstracta, idealizata mașină Turing. Turing însuși nu

* „Era fie R^4 sau o gaură neagră. Dar suma istorică Feynman îi permite să fie ambele în același timp" (n.a.).

s-a gândit niciodată că experimentul său mental ar consuma vreo formă de energie sau că ar iradia căldură în timp ce-şi vede de treaba ei de a mărşălui înainte şi înapoi de-a lungul benzilor sale de hârtie imaginare. Totuşi, la începutul anilor 1980, Bennett discuta despre utilizarea benzilor de maşină Turing drept combustibil, conţinutul lor caloric fiind măsurat în biţi. Era încă tot un experiment mintal, desigur, destinat să se concentreze asupra unei probleme foarte reale: care este costul fizic al activităţii logice? „Computerele", a scris el provocator, „pot fi gândite ca nişte maşini de transformare a energiei în pierdere de căldură şi operaţii matematice".[13] Entropia a ieşit din nou la suprafaţă. O bandă plină de zerouri, o bandă care codifică opera lui Shakespeare sau o bandă ce repetă cifrele lui π au „fuel value" – valoare de combustibil. O bandă aleatorie nu are nicio valoare.

Bennett, fiul unor profesori de muzică, a crescut în suburbia Westchester din New York: a studiat chimia la Brandeis şi apoi la Harvard, în anii 1960. James Watson era pe atunci la Harvard, unde preda codul genetic, iar Bennett a lucrat pentru el timp de un an ca profesor asistent. Şi-a luat doctoratul în dinamica moleculară, făcând simulări pe computer ce rulau noaptea pe o maşină cu o memorie de aproximativ douăzeci de mii de cifre zecimale şi care genera outputul pe pagini peste pagini de hârtie făcută sul. Căutând o mai mare putere de calcul, pentru a-şi continua cercetările asupra mişcării moleculare, s-a dus la Lawrence Livermore Laboratory din Berkeley, California şi la Argonne National Laboratory din Illinois, apoi a intrat la IBM Research în 1972.

IBM nu fabrica maşini Turing, desigur. Dar, la un moment dat, i-a răsărit în minte lui Bennett că o maşină Turing cu scop special fusese deja descoperită în natură: anume polimeraza de ARN. Învăţase despre polimerază direct de la Watson; este

enzima care se furişează de-a lungul unei gene – „banda" ei – transcriind ADN-ul. Ea păşeşte la stânga şi la dreapta; starea ei logică se schimbă conform informaţiei chimice scrise în secvenţă; iar comportamentul său termodinamic poate fi măsurat.

În lumea reală a tehnicii de calcul din anii 1970, partea de hardware crescuse rapid de mii de ori în eficienţă energetică comparativ cu era timpurie a tuburilor cu vid. Cu toate acestea, computerele electronice disipau o energie considerabilă sub forma pierderii de căldură. Cu cât se apropiau de consumul teoretic minim de energie, cu atât mai urgent savanţii voiau să ştie care era acel minimum teoretic. Lucrând cu computerele sale mari, von Neumann a făcut un calcul pe dosul unui plic încă în 1949, propunând o cantitate de căldură care trebuie să se disipeze „per act elementar de informaţie, adică per decizie elementară a unei alternative cu două soluţii şi per transmisia elementară a unei unităţi de informaţie".[14] El s-a bazat pe lucrul mecanic molecular efectuat într-un model de sistem termodinamic conform demonului lui Maxwell, aşa cum fusese reimaginat de către Leó Szilárd.* Von Neumann a spus că preţul este plătit de fiecare act elementar de procesare a informaţiei, de fiecare alegere între două alternative. În anii 1970, această idee era în general acceptată. Însă era greşită.

Eroarea lui von Neumann a fost descoperită de către savantul care a devenit mentorul lui Bennett de la IBM, Rolf Landauer, un exilat din Germania nazistă. Landauer şi-a dedicat cariera stabilirii bazei fizice a informaţiei. „Informaţia este

---

* Formula lui von Neumann pentru costul teoretic de energie al fiecărei operaţii logice era $kT\ln 2$ jouli per bit, unde T este temperatura de operare a computerului şi k este constanta lui Boltzman. Szilárd demonstrase că demonul din maşina sa poate să obţină $kT\ln 2$ de lucru mecanic din fiecare moleculă pe care o selectează, astfel încât costul de energie trebuie să fie achitat undeva în cadrul ciclului (n.a.).

fizică" era titlul unui articol celebru, menit să reamintească faptul că procesele de calcul necesită obiecte fizice şi se supun legilor fizicii. Ca nu cumva să uite cineva, el şi-a intitulat un eseu ulterior – ultimul, după cum s-a văzut – „Informaţia este inevitabil fizică".[15] Dacă un bit este un semn pe o tăbliţă de piatră, un orificiu într-o cartelă perforată sau o particulă cu spin superior sau inferior, el a insistat că nu ar putea exista fără a fi încorporat în *ceva*. Landauer a încercat, în 1961, să demonstreze formula lui von Neumann pentru costul procesării informaţiei şi a descoperit că nu putea. Dimpotrivă, se părea că majoritatea operaţiilor logice nu aveau niciun cost de entropie. Atunci când un bit sare de la zero la unu sau invers, informaţia se conservă. Procesul este reversibil. Entropia este neschimbată; nu e nevoie să se disipeze căldură. Numai o operaţie ireversibilă, a argumentat el, sporeşte entropia.

Landauer şi Bennett formau un cuplu spectaculos: un bătrân tip clasic IBM şi un hippie ciufulit (cel puţin în viziunea lui Bennett).[16] Cel mai tânăr dintre ei a urmat principiul lui Landauer, analizând fiecare tip de computer pe care şi l-a putut imagina, real sau abstract, de la maşini Turing şi mesagerul ARN până la computere „balistice", purtând semnale prin intermediul unor proiectile ca nişte bile de biliard. El a confirmat că o mare parte din calcul se putea face fără niciun consum de energie. În toate cazurile, a descoperit Bennett, disiparea de căldură are loc numai atunci când informaţia este ştearsă. Ştergerea este operaţia logică ireversibilă. Atunci când capul unei maşini Turing şterge un careu de pe bandă sau atunci când un computer electronic descarcă un condensator, se pierde un bit şi *atunci* căldura trebuie să se disipeze. În experimentul mintal al lui Szilárd, demonul nu suportă un cost de entropie atunci când observă sau alege o moleculă. Plata vine în momentul în care se curăţă înregistrarea, când

demonul şterge o observaţie pentru a face loc pentru următoarea.

Uitarea cere lucru mecanic.

„S-ar putea spune că aceasta este răzbunarea teoriei informaţiei asupra mecanicii cuantice", spune Bennett. Uneori o idee reuşită într-un domeniu poate să împiedice progresul în altul. În acest caz, ideea de succes a fost principiul de incertitudine, care a scos în evidenţă rolul central pe care îl joacă însuşi procesul de măsurare. Nu se mai poate vorbi simplu despre „a privi" o moleculă; observatorul trebuie să utilizeze fotoni, iar fotonii trebuie să posede mai multă energie decât fundalul termic şi urmează de aici complicaţii. În mecanica cuantică, actul de observare are propriile sale consecinţe, produse fie de către savantul de laborator, fie de către demonul lui Maxwell. Natura este sensibilă faţă de experimentele noastre.

„Teoria cuantică a radiaţiei a împins lumea spre concluzia incorectă că procesele de calcul au un cost termodinamic ireductibil pentru fiecare pas", spune Bennett. „În celălalt caz, succesul teoriei lui Shannon privind procesarea informaţiei i-a făcut pe oameni să abstragă cu totul componenta fizică din procesarea informaţiei şi să o considere ceva pe de-a-ntregul matematic."[17] Pe măsură ce inginerii de comunicaţii şi proiectanţii de cipuri s-au apropiat din ce în ce mai mult de nivelurile atomice, ei au fost tot mai preocupaţi de limitările cuantice care interferează cu abilitatea lor netă, clasică de a distinge stările de zero şi unu. Apoi, au privit lucrurile mai atent – şi acesta a fost, în sfârşit, momentul în care s-a născut ştiinţa cuantică a informaţiei. Bennett şi alţii au început să gândească diferit: că efectele cuantice, în loc să fie o pacoste, s-ar putea dovedi un avantaj.

Proptit ca o ladă de zestre de un perete din biroul său de la laboratorul de cercetări al IBM din dealurile împădurite din Westchester, se află un dispozitiv opac, numit „Tușa Martha" (prescurtare de la „Coșciugul Mătușii Martha"). Bennett și asistentul său, John Smolin, l-au meșterit în 1988 și 1989 cu un mic ajutor de la atelierul de scule: o cutie de aluminiu vopsit tern în negru pe dinlăuntru și ulterior etanșat cu dopuri de cauciuc și catifea neagră. Folosind un laser cu helium-neon pentru aliniere și celule de înaltă tensiune pentru polarizarea fotonilor, ei au expediat primul mesaj codificat vreodată prin criptografie cuantică. Era o demonstrație de sarcină de procesare a informației care putea fi îndeplinită efectiv numai prin intermediul unui sistem cuantic. Corecția cuantică a erorilor, teleportarea cuantică și computerele cuantice au urmat la scurt timp după aceea.[18]

Mesajul cuantic a trecut de la Alice către Bob, omniprezenta pereche mitică. Alice și Bob au luat startul în criptografie, dar cei din domeniul cuantic le sunt acum datori. Ocazional, li se alătură Charlie. Ei se plimbă constant în camere diferite, dând cu banul și expediindu-și unii altora plicuri sigilate. Ei aleg stări și efectuează rotații Pauli. „Spunem lucruri de genul «Alice îi trimite lui Bob un qubit și uită ce a făcut», «Bob face o măsurătoare și îi spune lui Alice»", explică Barbara Terhal, o colegă a lui Bennett, făcând parte din următoarea generație de teoreticieni cuantici ai informației. Terhal a studiat dacă Alice și Bob sunt *monogami* – un alt termen tehnic, firește.[19]

În experimentul „Tușa Martha", Alice îi trimite informații lui Bob, criptată astfel încât nu poate fi citită de către o a treia parte răuvoitoare (Eva, cea care trage cu urechea). Dacă amândoi cunosc cheia lor privată, Bob poate să descifreze mesajul. Dar, în primul rând, cum să-i trimită Alice cheia lui Bob? Bennett și Gilles Brassard, un informatician din Montreal, au

început prin a codifica fiecare bit de informație ca pe un singur obiect cuantic, precum un foton. Informația rezidă în starea cuantică a fotonului – de exemplu, polarizarea sa orizontală sau verticală. În vreme ce un obiect din fizica clasică, în mod tipic alcătuit din miliarde de particule, poate fi interceptat, monitorizat, observat și dat mai departe, un obiect cuantic nu poate. Nu poate fi nici copiat sau clonat. Actul de observare inevitabil distruge mesajul. Indiferent cu câtă finețe încearcă spionii să tragă cu urechea, ei pot fi detectați. Urmând un protocol complicat elaborat de către Bennett și Brassard, Alice generează o secvență de biți aleatorii pentru a servi drept cheie, iar Bob este capabil să stabilească o secvență identică la capătul său de linie.[20]

Primele experimente cu sicriul Tușii Martha au reușit să trimită biți cuantici la distanță de treizeci și doi de centimetri prin aer. Nu era *Domnul Watson, veniți încoace, vreau să vă văd,* dar a fost o premieră în istoria criptografiei: o cheie criptografică absolut imposibil de spart. Experimente ulterioare s-au îndreptat către fibra optică. Între timp, Bennett s-a orientat spre teleportarea cuantică.

A regretat această denumire destul de curând, când departamentul de marketing al corporației IBM i-a prezentat activitatea cu sloganul: „Fii pe recepție – îți voi teleporta niște gulaș". Dar numele a prins, deoarece teleportarea funcționa. Alice nu trimite gulaș: ea trimite qubiți.[21*]

---

* Acest cuvânt nu este universal acceptat, deși *OED* l-a recunoscut în decembrie 2007. David Mermin a scris în același an: „Din nefericire, ridicola notație *qubit* își croiește astăzi drum. . . . Deși «qubit» respectă regula din limba engleză (germană, italiană, . . .) potrivit căreia *q* trebuie să fie urmat de *u*, ignoră cerința la fel de strictă ca grupul de litere *qu* să fie urmat de o vocală. Presupun că termenul «qubit» a fost acceptat pentru că vizual seamănă cu o învechită unitate engleză de măsură a distanței, omonimul *cubit* [cot]. Pentru a privi cu un ochi proaspăt lipsa ei de grație, e suficient să ne imaginăm . . . că s-ar șterge sticla și s-ar curăța urechile cu *Qutips*".[22]

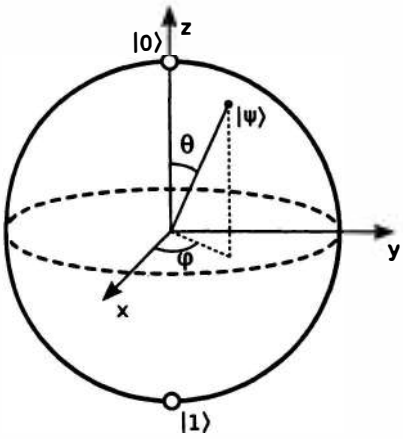
Qubitul este cel mai mic sistem cuantic nontrivial. Ca şi un bit clasic, un cubit are două valori posibile, zero sau unu – ceea ce înseamnă a spune două stări care pot fi distinse cu siguranţă. Într-un sistem clasic, *toate* stările sunt distincte în principiu. (Dacă nu puteţi deosebi o culoare de alta, pur şi simplu aveţi un dispozitiv de măsură imperfect.) Dar într-un sistem cuantic, distinctivitatea imperfectă este peste tot, datorită principiului de incertitudine al lui Heisenberg. Atunci când măsuraţi orice proprietate a unui obiect cuantic, prin aceasta pierdeţi posibilitatea de a măsura o proprietate complementară. Puteţi afla impulsul unei particule sau poziţia ei, dar nu ambele. Alte proprietăţi complementare includ direcţiile de spin şi, precum în sicriul Tuşii Martha, polarizarea. Fizicienii gândesc aceste stări cuantice în mod geometric – stările unui sistem corespunzând unei direcţii în spaţiu (un spaţiu cu multe dimensiuni posibile), distinctivitatea lor fiind dependentă de un factor – dacă aceste direcţii sunt perpendiculare (sau „ortogonale").

Această distinctivitate imperfectă este ceea ce conferă fizicii cuantice caracterul ei de vis: imposibilitatea de observare a sistemelor fără a le disturba; imposibilitatea de clonare a obiectelor cuantice sau de a le emite către mai mulţi ascultători. Qubitul are şi el acest caracter de vis. Nu este numai sau - sau. Valorile sale de 0 şi 1 sunt reprezentate de stări cuantice care pot fi distinse cu siguranţă – de exemplu, polarizări orizontale şi verticale –, dar coexistent cu ele este întregul continuum de stări intermediare, precum polarizările diagonale, care înclină spre 0 sau 1 cu diferite probabilităţi. Astfel încât un fizician spune că un qubit este o *suprapunere* de stări; o combinaţie de mărimi ale probabilităţii. Este un lucru determinat în care vieţuieşte un nor de indeterminare. Însă qubitul nu este o harababură; o suprapunere nu este un talmeş-balmeş, ci o

combinație de elemente probabiliste, conformă unor clare și elegante reguli matematice.

„Un întreg nealeatoriu poate avea părți aleatorii", spune Bennett. „Aceasta este cea mai contraintuitivă parte a mecanicii cuantice și, totuși, decurge din principiul suprapunerii și este modul în care lucrează natura, din câte știm. La început, s-ar putea să ne displacă, dar, după o vreme, te obișnuiești cu ea, iar alternativele sunt cu mult mai rele."

Cheia teleportării și a unei părți atât de vaste din știința cuantică a informației care decurge din ea este fenomenul cunoscut drept *entanglement*. Entanglementele iau principiul de suprapunere și îl extind în spațiu, la o pereche de qubiți foarte îndepărtați unul de celălalt. Ei au o stare definită *ca pereche*, chiar dacă niciunul nu are o stare măsurabilă proprie. Înainte să se fi putut descoperi entanglementul, el trebuia să fie inventat, în acest caz de către Einstein. Apoi, a trebuit să fie denumit, nu de către Einstein, ci de către Schrödinger. Einstein l-a inventat pentru un experiment mintal, menit să ilumineze ceea ce el considera a fi niște defecte ale mecanicii cuantice, așa cum aceasta se prezenta în 1935. El l-a publicat într-un articol celebru, scris împreună cu Boris Podolsky și Nathan Rosen, intitulat „Poate fi considerată completă descrierea mecanic-cuantică a realității fizice?".[23] Este celebru în parte fiindcă l-a provocat pe Wolfgang Pauli să-i scrie lui Werner Heisenberg: „Einstein s-a pronunțat încă o dată public asupra mecanicii cuantice.... După cum bine se știe, este o catastrofă ori de câte ori se întâmplă".[24] Experimentul mental imagina o pereche de particule corelate într-un mod special, ca atunci când, de exemplu, o pereche de fotoni este emisă de un singur atom. Polarizarea lor este aleatorie, dar identică – acum și cât timp vor mai dura.



Qubitul

Einstein, Podolsky şi Rosen au cercetat ceea ce s-ar întâmpla atunci când fotonii se află la mare distanţă unul faţă de altul şi se efectuează o măsurare asupra unuia dintre ei. În cazul unor particule entanglate – perechea de fotoni, creaţi împreună şi acum aflaţi la ani-lumină depărtare unul faţă de celălalt –, se pare că măsurarea efectuată asupra unuia are un efect asupra celuilalt. În clipa în care Alice măsoară polarizarea verticală a fotonului ei, fotonul lui Bob va avea de asemenea o stare de polarizare definită pe acea axă, în vreme ce polarizarea sa diagonală va fi nedefinită. Măsurarea creează astfel o influenţă care, aparent, se deplasează mai rapid decât lumina. Părea un paradox şi Einstein l-a detestat. „Ceea ce există realmente în B nu ar trebui să depindă de acel gen de măsurare efectuată în spaţiul A", a scris el. Articolul se încheia cu concluzia dură: „Nicio definiţie rezonabilă a realităţii nu e de aşteptat să permită aşa ceva". I-a dat numele indelebil de *spukhafie Fernwirkung* – „fantomatica acţiune la distanţă".[25]

În 2003, fizicianul Asher Peres a propus un răspuns la ghicitoarea Einstein-Podolsky-Rosen (EPR). Articolul nu era întru totul eronat, a spus el, dar fusese scris prea devreme: înainte ca Shannon să-şi fi publicat teoria informaţiei, „şi a fost nevoie de încă mulţi ani până când ultima să fie inclusă în trusa de instrumente a fizicianului". Informaţia este fizică. Nu are rost să se discute despre stări cuantice fără a se avea în vedere *informaţia* despre stările cuantice.

Informația nu este numai o noțiune abstractă. Ea necesită un purtător fizic, iar ultimul este (aproximativ) localizat. La urma urmelor, era treaba companiei Bell Telephone să transporte informația de la un telefon la alt telefon, într-un amplasament diferit.

. Atunci când Alice măsoară spinul ei, informația pe care o obține este localizată în poziția ei și va rămâne astfel până când ea se decide să o transmită. Nu se întâmplă absolut nimic în amplasamentul lui Bob. Numai dacă și atunci când Alice îl informează pe Bob asupra rezultatului pe care l-a obținut (prin mail, telefon, radio sau prin intermediul oricărui alt purtător material, care este limitat, firește, de viteza luminii), Bob înțelege că particula lui are o anumită stare pură.[26]

În această privință, Christopher Fuchs argumentează că nu e de niciun folos o discuție despre stări cuantice. Starea cuantică este un construct al observatorului – din care izvorăsc multe încurcături. Afară cu stările; să intre informația. „Terminologia poate spune totul. Un practician în acest domeniu, dacă s-a gândit preț de un gram la fundamentele cuantice, e la fel de probabil să spună «informație cuantică» ca și «stare cuantică». «Ce face protocolul de teleportare cuantică?» Acum un răspuns pe deplin standard ar fi: «Transferă informația cuantică de la locul lui Alice la cel al lui Bob». Ceea ce avem aici este o modificare de cadru mental."[27]

Rebusul fantomaticei acțiuni la distanță nu a fost încă pe deplin rezolvat. *Nelocalitatea* a fost demonstrată printr-o varietate de experimente inteligente, toate descendente ale experimentului mental EPR. Entanglementul se dovedește a fi nu numai real, ci omniprezent. Perechea de atomi din fiecare moleculă de hidrogen, H_2, este cuantic entanglată (*„verschränkt"*, după cum a spus Schrödinger). Bennett a pus la lucru entanglementul în teleportarea cuantică, prezentată

public pentru prima oară în 1993. Teleportarea utilizează o pereche entanglată ca să proiecteze informație cuantică de la o a treia particulă de-a lungul unei distanțe arbitrare. Alice nu poate să măsoare direct această a treia particulă; mai curând, ea măsoară ceva legat de relația sa cu una dintre particulele entanglate. Deși Alice rămâne neștiutoare în ceea ce privește originalul, datorită principiului de incertitudine, Bob este capabil să primească o replică exactă. Obiectul lui Alice este decorporalizat în cadrul procesului. Comunicarea nu este mai rapidă decât lumina, pentru că Alice trebuie, de asemenea, să-i trimită lui Bob un mesaj clasic (necuantic) în paralel. „Rezultatul net al teleportării este cu totul prozaic: ieșirea [obiectului cuantic] din mâinile lui Alice și apariția lui în mâinile lui Bob după un anumit timp rezonabil", au scris Bennett și colegii săi. „Singura trăsătură remarcabilă este aceea că în acest timp, informația a fost curat separată în părți clasice și nonclasice."[28]

Cercetătorii și-au imaginat iute multiple aplicații, precum transferul de informații volatile în stocuri sau memorii sigure. Cu sau fără gulaș, teleportarea a stârnit agitație, pentru că a deschis noi posibilități pentru foarte realul, dar încă evazivul vis al calculului cuantic.

Ideea unui computer cuantic este ciudată. Richard Feynman a ales ciudățenia drept punct de start în 1981, vorbind la MIT, atunci când a explorat pentru prima dată posibilitatea de a folosi un sistem cuantic pentru a calcula probleme cuantice grele. El a început cu o digresiune voit obraznică – „Secret! Secret! Închideți ușile . . .".

> Noi am avut întotdeauna mari dificultăți în înțelegerea viziunii despre lume pe care o reprezintă mecanica cuantică. Eu cel puțin

am, pentru că sunt destul de bătrân [avea șaizeci și doi de ani] și nu am ajuns până la punctul în care chestia asta să-mi fie evidentă. OK, încă mă enervează. Încă nu mi-este evident că nu e nicio problemă reală. Nu pot să definesc problema reală, prin urmare bănuiesc că nu e nicio problemă reală, dar nu sunt sigur că nu e nicio problemă reală.[29]

El știa foarte bine care era problema pentru calcul – pentru simularea fizicii cuantice pe un computer. Problema era probabilitatea. Fiecare variabilă cuantică implica probabilități, ceea ce făcea ca dificultatea calculului să crească exponențial. „Numărul biților de informație este același cu numărul de puncte din spațiu și, prin urmare, ar trebui să aveți ceva de genul N^N configurații de descris pentru a elimina probabilitatea și asta e prea mult de dus pentru computerele noastre.... Este, așadar, imposibil, conform regulilor enunțate, să se simuleze prin calcul probabilitatea."

Așa că el a propus să se lupte foc cu foc. „Celălalt mod de a simula o Natură probabilistă, pe care o voi numi deocamdată N, ar putea fi încă să simulăm Natura probabilistă pe un computer C care este el însuși probabilistic." Un computer cuantic nu ar fi o mașină Turing, a spus el. Ar fi ceva cu totul nou.

„Intuiția lui Feynman", spune Bennett, „a fost aceea că un sistem cuantic, într-un anumit sens, își calculează tot timpul propriul său viitor. S-ar putea spune că este un computer analog cu propria sa dinamică".[30] Cercetătorii și-au dat repede seama că, dacă un computer cuantic avea puteri speciale de pătrundere în adâncime a simulării fizicii, atunci ar putea fi capabil să rezolve tot atât de bine alte tipuri de probleme intratabile.

Puterea vine din acel obiect sclipitor, intangibil care este qubitul. Probabilitățile sunt încorporate. Faptul că încorporea-

ză o suprapunere de stări îi conferă qubitului mai multă putere decât bitului clasic, aflat întotdeauna într-o singură stare sau în alta, zero sau unu, „un destul de mizerabil specimen de vector bidimensional", după cum spune David Mermin.[31] „Atunci când am învățat să numărăm pe lipicioasele noastre degețele clasice, am fost induși în eroare", a spus sec Rolf Landauer. „Am crezut că un număr întreg trebuie să aibă o valoare particulară și unică." Dar nu – nu în lumea reală, ceea ce înseamnă a spune lumea cuantică.

În calculul cuantic, qubiți multipli sunt entangtlați. A pune la treabă qubiții laolaltă nu doar multiplică simplu puterea lor; puterea crește exponențial. În calculul clasic, unde un bit este sau-sau, *n* biți pot să codifice oricare din 2^n valori. Qubiții pot să codifice aceste valori booleene odată cu toate suprapunerile lor posibile. Aceasta conferă unui computer cuantic potențialul de procesare paralelă fără niciun echivalent clasic. Astfel, computerele cuantice – în teorie – pot să rezolve anumite clase de probleme care, altminteri, au fost considerate irealizabile din punct de vedere informatic.

Un exemplu este descoperirea factorilor primi ai numerelor foarte mari. Aceasta se întâmplă să fie cheia pentru spargerea celor mai răspândiți algoritmi criptografici uzitați în prezent, mai ales în cifrarea RSA.[32] Comerțul mondial pe internet depinde de ea. De fapt, numărul foarte mare este o cheie publică folosită pentru incifrarea unui mesaj; dacă spionii pot să afle factorii săi primi (de asemenea foarte mari), ei pot să descifreze mesajul. Dar, dacă este ușor să înmulțești o pereche de numere prime, operația inversă este extrem de dificilă. Procedura este o cale informațională cu sens unic. Așa că factorizarea numerelor RSA a fost o provocare pentru calculul automat clasic. În decembrie 2009, o echipă răspândită la Lausanne, Amsterdam, Tokyo, Paris, Bonn și Redmond,

Washington, a folosit multe sute de mașini, care au lucrat aproape doi ani, ca să descopere că 123018668453011775513049495838496272077285356959533479219732245215172640050726365751874520219978646938995647494277406384592519255732630345373154826850791702612214291346167042921431160222124047927473779408066515141959745985690214341 3 este produsul dintre 33478071698956898780604416984821269081770479498371376856891243138898288379387800228761471165253174308773781446799948 9 și 36746043666799590428244633799627952632279158164343087642676032283815739666511279233373417143396810270092798736308917. Ei au estimat că procesul de calcul a efectuat peste 10^{20} operații.[33]

Acesta era unul dintre numerele RSA mai mici, dar, dacă soluția ar fi venit mai devreme, echipa ar fi câștigat premiul de 50 000 de dolari oferit de RSA Laboratories. În ceea ce privește calculul clasic, o astfel de cripare este considerată pe deplin sigură. Numerele și mai mari necesită un timp ce crește exponențial și, la un anumit punct, timpul depășește vârsta universului.

Calculul cuantic este altceva. Capacitatea unui computer cuantic de a ocupa multe stări simultan deschide noi perspective. În 1994, înainte să fi știut cineva cum să se construiască efectiv vreun fel de computer cuantic, un matematician de la Bell Labs și-a dat seama cum să programeze unul care să rezolve problema factorizării. Acesta era Peter Shor, un copil-minune în materie de rezolvare de probleme, care s-a distins foarte devreme la olimpiadele de matematică și în alte competiții cu premii. Ingeniosul său algoritm, care a deschis un câmp larg, este numit simplu de către el algoritm de factorizare, iar de către oricine altcineva algoritmul Shor. Peste doi ani, Lov Grover, tot de la Bell Labs, a ieșit cu un algoritm cuantic pentru cercetarea unei vaste baze de date neselectate.

Este dificila problemă canonică pentru o lume ce conține nelimitat de multe informații – ace și care cu fân.

„Computerele cuantice erau o revoluție fundamentală", a spus, în 2009, auditorilor săi, Dorit Aharonov de la Universitatea Ebraică. „Revoluția a fost lansată de algoritmul lui Shor. Însă *motivul* revoluției – în afară de uimitoarele implicații practice – este acela că redefinește ce este o problemă *ușoară* și ce este una *grea*."[34]

Ceea ce le conferă computerelor cuantice forța lor face, totodată, extrem de dificil lucrul cu ele. A extrage informații dintr-un sistem înseamnă să-l observi, și a observa un sistem înseamnă să interferezi cu magia cuantică. Qubiții nu pot fi urmăriți în timp ce efectuează exponențial numeroasele lor operații în paralel; măsurarea acelei rețele fantomatice de posibilități reduce qubitul la un bit clasic. Informația cuantică este fragilă. Singurul mod de a afla rezultatul unui calcul este să aștepți până când lucrul cuantic este gata.

Informația cuantică este ca un vis – evanescentă, nicicând existând la fel de ferm ca un cuvânt de pe o pagină tipărită. „Mulți oameni pot să citească o carte și să primească același mesaj", spune Bennett, „însă, încercând să le vorbești oamenilor despre visul tău, modifici amintirea lui, așa că, în cele din urmă, uiți visul și îți amintești doar ceea ce ai spus despre el". Ștergerea cuantică, în schimb, se ridică la nivelul unei adevărate negații a ceea ce s-a făcut: „Se poate spune, pe bună dreptate, că însuși Dumnezeu a uitat".[35]

Cât despre Shannon, el nu a putut să fie martorul înfloririi semințelor pe care le-a sădit. „Dacă Shannon ar fi prin preajmă, aș spune că ar fi foarte entuziasmat de capacitatea unui canal asistat de entanglement", spune Bennett. „Aceeași formă,

o generalizare a formulei lui Shannon, acoperă atât canalele clasice, cât şi pe cele cuantice într-un mod foarte elegant. Astfel încât este destul de bine stabilit că generalizarea cuantică a informaţiei clasice a condus la o mai curată şi mai puternică teorie, atât a calculului, cât şi a comunicării."[36] Shannon a trăit până în 2001, în ultimii săi ani fiind umbrit şi izolat de boala ştergerii, Alzheimer. Viaţa lui a acoperit secolul XX şi a contribuit la definirea acestuia. Mai mult decât oricine, el a fost părintele erei informaţiei. Ciberspaţiul este parţial creaţia lui; el nu a ştiut-o niciodată, deşi i-a spus ultimului interlocutor care i-a luat un interviu, în 1987, că investiga ideea camerelor de oglinzi: „Să rezolvi toate camerele de oglinzi posibile care au sens, în aceea că dacă te uiţi în orice direcţie din interiorul uneia, spaţiul ar fi divizat într-o mulţime de încăperi, iar tu ai fi în fiecare din ele şi asta ar continua la infinit fără contradicţie".[37] Spera să construiască o galerie de oglinzi în casa lui de lângă MIT, dar nu a făcut-o.

John Wheeler a fost acela care a lăsat în urma lui o agendă pentru ştiinţa cuantică a informaţiei – o modestă listă de sarcini pentru următoarea generaţie de fizicieni şi informaticieni laolaltă:

„Traduceţi versiunile cuantice ale teoriei corzilor şi ale geometrodinamicii lui Einstein din limbajul continuumului în limbajul bitului", îi îndemna el pe urmaşii săi.

„Studiaţi unul câte unul, cu un ochi imaginativ, puternicele instrumente pe care matematica – inclusiv logica matematică – le-a cucerit . . . şi, pentru fiecare dintre aceste tehnici, elaboraţi transcrierea în lumea biţilor."

Şi: „De la evoluţia roţi-peste-roţi-peste-roţi a programării computerelor săpaţi, sistematizaţi şi prezentaţi fiecare trăsătură care iluminează structura nivel-peste-nivel-peste-nivel a fizicii".

Şi: „În sfârşit. Deplângeţi? Nu, sărbătoriţi absenţa unei definiţii curate şi clare a termenului «bit» ca unitate elementară în stabilirea semnificaţiei. . . . Dacă şi când învăţăm cum să combinăm biţi în numere fantastic de mari pentru a obţine ceea ce numim existenţă, vom şti mai bine ce înţelegem atât prin bit, cât şi prin existenţă".[38]

Aceasta este provocarea rămasă, şi nu numai pentru oamenii de ştiinţă: stabilirea semnificaţiei.

14 | DUPĂ POTOP

(UN MARE ALBUM AL BABELULUI)

Presupuneţi că în fiecare carte există o altă carte şi că în fiecare literă de pe fiecare pagină un alt volum se deschide mereu; dar aceste volume nu ocupă niciun spaţiu pe birou. Presupuneţi că întreaga cunoaştere poate fi redusă la o chintesenţă, conţinută într-o imagine, într-un semn, cuprinsă într-un loc ce nu este nicăieri.[1]

– Hilary Mantel (2009)

„UNIVERSUL (pe care alţii îl numesc Biblioteca) . . ."[2]

Astfel şi-a început Jorge Luis Borges nuvela sa din 1941 *Biblioteca din Babel*, despre biblioteca mitică ce conţine toate cărţile, în toate limbile, cărţi apologetice şi profetice, evanghelia şi comentariile Evangheliei şi comentariile comentariilor Evangheliei, istoria minuţioasă a viitorului, interpolările tuturor cărţilor în toate celelalte cărţi, catalogul fidel al bibliotecii şi nenumăratele false cataloage. Biblioteca (pe care alţii o numesc universul) păstrează cu evlavie toate informaţiile. Şi totuşi, nicio cunoaştere nu se poate descoperi în ea, tocmai pentru că întreaga cunoaştere este acolo, pusă în rafturi alături de toate falsurile. În galeriile dispuse în oglindă, pe nenumăratele rafturi, se poate găsi orice şi nimic. Nu poate exista un caz mai desăvârşit de suprasaturaţie informaţională.

Ne facem propriile noastre depozite. Persistenţa informaţiei, dificultatea de a uita, atât de caracteristică vremurilor noastre, sporeşte confuzia. Pe măsură ce gratuita, amatoarea,

colectiva enciclopedie online Wikipedia a început să depășească toate enciclopediile tipărite din lume în volum și profunzime, editorii și-au dat seama că prea multe nume au identități multiple. Au elaborat o politică de dezambiguizare, care a dus la crearea paginilor de dezambiguizare – o sută de mii și mai mult. De exemplu, un utilizator care caută prin galeriile labirintului Wikipedia cuvântul „Babel" găsește „Babel (dezambiguizare)", care conduce pe rând la numele ebraic al Babilonului antic, la Turnul Babel, la un ziar irakian, o carte de Patti Smith, un ziarist sovietic, un jurnal pedagogic din Australia, un film, o casă de discuri, o insulă din Australia, doi munți diferiți din Canada și „o planetă neutră din universul fictiv Star Trek". Și mai mult. Traseele de dezambiguizare se bifurcă iar și iar. De exemplu, „Turnul Babel (dezambiguizare)" listează, pe lângă povestea din Vechiul Testament, cântece, jocuri, cărți, un tablou de Brueghel, o gravură în lemn de Escher și „cartea de Tarot". Am făcut multe turnuri ale lui Babel.

Cu mult timp înainte de Wikipedia, Borges a mai scris despre enciclopedia „eronat numită *The Anglo-American Cyclopedia* (New York, 1917)", o harababură de ficțiuni amestecate cu fapte, o altă galerie de oglinzi și erori de tipar, un compendiu de informații pure și impure, care își construiește propria sa lume. Lumea se numește Tlön. „Se presupune că această minunată lume nouă este opera unei societăți secrete de astronomi, biologi, ingineri, metafizicieni, poeți, chimiști, algebriști, moraliști, pictori, geometri. . . .", scrie Borges. „Acest plan este atât de vast, încât contribuția fiecărui autor este infinitezimală. La început s-a crezut că Tlön era doar un haos, o iresponsabilă licență a imaginației; acum se știe că este un cosmos."[3] Pe bună dreptate, maestrul argentinian a fost luat drept un profet

(„unchiul nostru eresiarh"[4], spune William Gibson) de către o altă generație de scriitori din era informației.

Cu mult timp înainte de Borges, imaginația lui Charles Babbage a invocat o altă bibliotecă din Babel. El a găsit-o chiar în aer: o înregistrare, turbulentă, însă permanentă, a fiecărei rostiri omenești.

> Ce haos bizar este această vastă atmosferă pe care o respirăm! . Aerul însuși este o imensă bibliotecă, pe ale cărei pagini e scris pe vecie tot ceea ce a spus bărbatul și femeia a șoptit vreodată. Acolo, în caracterele lor nestatornice, dar infailibile, amestecate cu cele dintâi, dar și cu cele din urmă suspine ale mortalității, se află înregistrate pentru totdeauna jurăminte încălcate, promisiuni neonorate, perpetuând în mișcările solidare ale fiecărei particule, mărturia voinței schimbătoare a omului.[5]

Urmând cu nerăbdare opera lui Babbage, Edgar Allan Poe a prins ideea. „Niciun gând nu poate să piară", a scris el în 1845, într-un dialog între doi îngeri. „Nu ți-a trecut prin minte un gând despre puterea fizică a cuvintelor? Nu este fiecare cuvânt un impuls în aer?" Mai departe, fiecare impuls vibrează indefinit în afară, „în sus și înainte influențând toate particulele din întrega materie", până când trebuie „în cele din urmă să-și pună amprenta asupra fiecărui lucru individual care există în univers". Poe îl cita, de asemenea, pe adeptul lui Newton, Pierre-Simon Laplace. „O ființă cu înțelegere infinită", a scris Poe, „– una căreia perfecțiunea analizei algebrice i se descoperă" ar putea să urmărească ondulațiile înapoi până la sursa lor.[6]

Babbage și Poe au adoptat o perspectivă informațional-teoretică asupra noii fizici. Laplace expusese un determinism newtonian mecanicist perfect, argumentând în favoarea unui univers de tip ceasornic, în care nimic nu este lăsat la voia

întâmplării. Întrucât legile fizicii se aplică în egală măsură corpurilor cereşti şi celor mai minuscule particule, şi, pentru că ele acţionează cu perfectă siguranţă, atunci neîndoielnic (spunea Laplace) starea universului în fiecare moment dat decurge inexorabil din trecut şi trebuie să conducă la fel de neabătut către viitor. Era prea devreme să se conceapă incertitudinea cuantică, teoria haosului sau limitele calculabilităţii. Dramatizând determinismul său perfect, Laplace ne cere să ne închipuim o fiinţă – o „inteligenţă" – capabilă de cunoaştere perfectă:

> Ea ar cuprinde în aceeaşi formulă mişcările celor mai mari corpuri ale universului şi ale celui mai minuscul atom; pentru ea, nimic nu ar fi incert, iar viitorul, precum şi trecutul ar fi prezente în faţa ochilor săi.[7]

Nimic din ceea ce a scris Laplace nu a ajuns mai celebru decât experimentul lui mental. El făcea inutilă nu numai voinţa lui Dumnezeu, ci şi pe cea umană. Pentru savanţi, acest newtonianism extrem părea un motiv de optimism. Lui Babbage, natura i se părea dintr-odată să semene cu o imensă maşină de calcul, o versiune grandioasă a propriei sale maşini deterministe: „Întorcând privirea de la aceste simple consecinţe ale juxtapunerii câtorva rotiţe, este imposibil să nu percepem raţionarea paralelă, aşa cum se aplică măreţelor şi mult mai complexelor fenomene ale naturii".[8] Fiecare atom, odată atins, trebuie să-şi transmită mişcarea sa celorlalţi şi aceştia, la rândul lor, influenţează undele de aer şi niciun impuls nu este vreodată pe de-a-ntregul pierdut. Dâra oricărei canoe rămâne undeva în ocean. Babbage, al cărui înregistrator cu peniţă trasa pe un sul de hârtie istoria unei călătorii cu trenul, a văzut informaţia, anterior ceva evanescent, ca pe o serie de amprente

care erau sau puteau fi păstrate. Fonograful, care imprima sunetul în folie metalică sau în ceară, abia urma să fie inventat, dar Babbage a putut să vadă atmosfera ca pe o forță motrice având următoarea semnificație: „Toți atomii care au fost imprimați cu bine și cu rău . . . făcând parte din filosofi și înțelepți, amestecați și combinați în zece mii de feluri cu tot ceea ce este lipsit de valoare și josnic". Fiecare cuvânt spus vreodată, fie auzit de o sută de ascultători, fie neauzit de nimeni, departe de a fi dispărut în aer, lasă urma sa de neșters, înregistrarea completă a rostirilor omenești fiind încifrată de legile mișcării și capabilă, în teorie, să fie recuperată – dată fiind suficientă putere de calcul.

Era o viziune supraoptimistă. Totuși, în același an în care Babbage și-a publicat eseul, artistul și chimistul Louis Daguerre din Paris a pus la punct mijlocul său de captare a imaginilor vizuale pe plăci suflate cu argint. Concurentul său englez, William Fox Talbot, a numit aceasta „arta desenului fotogenic sau a formării tablourilor și a imaginilor obiectelor naturale prin intermediul luminii solare". Talbot a văzut ceva de genul memelor. „Prin intermediul dispozitivului", a scris el, „nu artistul face imaginea, ci imaginea se face pe sine".[9] Acum, imaginile care ne zboară prin fața ochilor pot fi înghețate, imprimate pe o substanță, făcute permanente.

Pictând sau desenând, un artist – cu pricepere, exercițiu și multă muncă – reconstruiește ceea ce ochiul poată să vadă. Prin contrast, un dagherotip este, într-un anumit sens, lucrul însuși – informația, stocată, într-o clipită. Era inimaginabil, dar iată-l. Posibilitățile suceau mințile. Odată începută depozitarea, unde avea să se oprească? Un eseist american a legat de îndată fotografia cu biblioteca atmosferică de sunete a lui Babbage: Babbage a spus că fiecare cuvânt era înregistrat

undeva în aer, poate că și fiecare imagine, de asemenea, își lăsa amprenta permanentă – undeva.

> De fapt, există un mare album al Babelului. Însă ce-ar fi dacă marea îndeletnicire a soarelui ar fi să țină o evidență similară și să scoată impresii ale chipurilor noastre și imagini ale acțiunilor noastre; și astfel... contrar tuturor celor știute de noi, alte lumi pot fi populate și conduse cu imagini de persoane și tranzacții extrase de aici și duse dincolo; întreaga natură universală nefiind nimic altceva decât structuri fonetice și fotogenice.[10]

Universul, pe care alții l-au numit bibliotecă sau album, a ajuns, pe urmă, să semene cu un computer. Alan Turing poate să fi fost primul care să bage de seamă acest lucru: observând că, aidoma universului, computerul este cel mai bine văzut ca o colecție de stări și că starea mașinii din orice moment conduce la starea din momentul următor, astfel încât întregul viitor al mașinii trebuie să fie previzibil de la starea inițială și semnalele sale de input.

Universul își calculează propriul destin.

Turing a remarcat că visul de perfecțiune al lui Laplace poate fi posibil într-o mașină, dar nu în univers, datorită unui fenomen care, peste o generație, avea să fie descoperit de teoria haosului și numit efectul de fluture. Turing l-a descris astfel în 1950:

> Sistemul „universului ca întreg" e de așa natură încât chiar niște erori minuscule în condițiile inițiale pot avea un efect covârșitor după un timp. Plasarea greșită a unui singur electron cu o milionime de centimetru la un moment dat poate să facă diferența dintre uciderea unui om de către o avalanșă și salvarea lui.[11]

Dacă universul este un computer, putem încă să ne străduim să avem acces la memoria sa.

Dacă este o bibliotecă, este una fără rafturi. Când toate sunetele din lume se dispersează prin atmosferă, niciun cuvânt nu este lăsat să se atașeze de niciunui grup particular de atomi. Cuvintele sunt peste tot și nicăieri. Acesta este motivul pentru care Babbage a numit acest depozit de informație un „haos". Încă o dată, era cu un pas înaintea vremii sale.

Atunci când anticii au făcut lista celor Șapte Minuni ale Lumii, au inclus pe listă Farul din Alexandria, un turn de piatră de 122 metri înălțime, construit ca să-i ajute pe marinari, însă au trecut cu vederea biblioteca din apropiere. Tezaurizând sute de mii de suluri de papirus, biblioteca a păstrat cea mai mare colecție de cunoștințe de pe pământ, timp de câteva secole. Începând din secolul al III-lea î.Hr., ea a slujit ambiției ptolemeilor de a cumpăra, fura sau copia toate scrierile cunoscute din lumea știută pe atunci. Biblioteca i-a permis Alexandriei să întreacă Atena ca focar intelectual. Poliţele și arcadele sale cuprindeau piesele scrise de Sofocle, Eschil și Euripide; matematica lui Euclid și Eratostene; poezie, texte medicale, hărți stelare, scrieri mistice – „așa o vâlvătaie de cunoaștere și descoperire", declara H.G. Wells, „cum lumea nu avea să mai vadă până în secolul al XVI-lea. . . . Este adevăratul început al istoriei moderne".[12] Turnul se înalța trufaș, însă biblioteca era adevărata minune. Apoi a ars.

Cum exact s-a întâmplat nimeni nu va ști vreodată. Probabil s-a întâmplat de mai multe ori. Cuceritorii războinici ard cărțile ca și cum sufletele inamicilor s-ar găsi și ele acolo. „Romanii au ars cărțile evreilor, ale creștinilor și ale filosofilor", nota Isaac Disraeli în secolul al XIX-lea. „Evreii au ars cărțile creștinilor și ale păgânilor; iar creștinii au ars cărțile păgânilor și ale evreilor."[13] Dinastia Qin a ars cărțile Chinei ca

să șteargă istoria anterioară. Ștergerea a fost eficientă, cuvântul scris fiind fragil. Ceea ce avem din Sofocle nu reprezintă nici a zecea parte din piesele sale. Ceea ce avem din Aristotel este, în cea mai mare parte, la mâna a doua sau a treia. Pentru istoricii care cercetează trecutul, distrugerea Marii Biblioteci este un eveniment la limita orizontului, un hotar dincolo de care informația nu trece. Nici măcar un catalog parțial nu a supraviețuit flăcărilor.

„Toate piesele pierdute ale atenienilor!", boceşte Thomasina (o tânără matematiciană care seamănă cu Ada Byron) în fața învățătorului său, Septimus, în drama lui Tom Stoppard, *Arcadia*. „Mii de poezii – biblioteca lui Aristotel . . . Cum putem să dormim de durere?"

„Numărându-ne vitele", răspunde Septimus.

> N-ar trebui să jelești pentru restul mai mult decât pentru o cataramă pierdută de la primul tău pantof sau pentru manualul de școală care se va pierde când crești mare. Lepădăm și culegem deopotrivă lucruri, ca niște călători care trebuie să care totul în brațe și ceea ce lăsăm noi să cadă pe jos va fi ridicat de către cei din urma noastră. Procesiunea este foarte lungă, iar viața este foarte scurtă. Noi murim în marș. Dar, în afara marșului, nu e nimic, așa că nimic nu se poate pierde pe drumul lui. Piesele pierdute ale lui Sofocle se vor întoarce bucată cu bucată sau vor fi scrise din nou într-o altă limbă.[14]

Oricum, potrivit lui Borges, piesele pierdute pot fi găsite în Biblioteca din Babel.

În onoarea bibliotecii pierdute, Wikipedia a strâns sute dintre editorii săi la Alexandria în cea de-a opta vară a existenței sale – oameni numiți Shipmaster, Brassratgirl, Notafish și Jimbo, care, de obicei, se întâlnesc numai online. Peste 7 milioane de asemenea nume de utilizatori fuseseră

înregistrate până atunci; pelerinii veneau din patruzeci şi cinci de ţări, plătindu-şi drumul, cărând laptopuri, făcând schimb de experienţă, purtându-şi fervoarea pe T-shirts. Pe atunci, în iulie 2008, Wikipedia cuprindea 2,5 milioane de articole în limba engleză, mai mult decât toate enciclopediile tipărite din toată lumea şi un total de 11 milioane în 264 de limbi, printre care wolof, twi şi olandeza din Saxonia Inferioară, dar nu şi chocktaw, exclusă după votul comunităţii după ce s-au realizat numai cincisprezece articole, sau klingoniana, considerată a fi un „construct" lingvistic, dacă nu de-a dreptul o limbă fictivă. Wikipedienii se consideră drept moştenitorii Marii Biblioteci, misiunea lor fiind să adune toată cunoaşterea înregistrată. Totuşi, ei nu colecţionează şi conservă texte existente. Ei încearcă să rezume cunoaşterea împărtăşită, separat de şi în afara indivizilor care ar fi putut să creadă că este a lor.

Ca şi biblioteca imaginară a lui Borges, Wikipedia începe să pară nelimitată. Mai multe zeci de Wikipedii non-englezeşti au, fiecare, un articol despre Pokémon, schimbul de carduri cu ilustraţii tematice, seriile manga şi francize media. Wikipedia englezească a început cu un articol şi apoi a crescut o adevărată junglă. Există o pagină pentru „Pokémon (dezambiguizare)", necesară, printre alte motive, în caz că cineva caută oncogenul Ztb7, care a fost denumit Pokemon (pentru factorul eritroid mieloid ontogenic POK), până când avocaţii brandului Nintendo au ameninţat cu tribunalul. Există cel puţin cinci articole principale despre culturile populare Pokémon, iar acestea proliferează articole secundare şi colaterale, despre regiunile, itemii, episoadele TV, tacticile de joc Pokémon şi despre toate cele 493 de creaturi, eroi, protagonişti, rivali, aliaţi şi clone, de la Bulbasaur până la Arceus. Toate sunt documentate cu grijă şi editate cu acurateţe, pentru a fi siguri că sunt de încredere şi adevărate în universul

Pokémon, care, într-un anumit sens, nu există. Înapoi în lumea reală, Wikipedia are, sau aspiră să aibă, articole detaliate ce descriu rutele, intersecțiile și istoriile fiecărei autostrăzi numerotate și ale fiecărui drum din Statele Unite. („Route 273 [New York State, neautorizată din 1980] începea la o intersecție cu U. S. Route 4 din Whitehall. După intersecție, șoseaua trecea pe lângă Our Lady of Angels Cemetery, unde cotea spre sud-est. Șoseaua 273 trecea pe la poalele lui Ore Red Hill, dincolo de Whitehall. Lângă Ore Red Hill, autostrada se intersecta cu un drum local, care făcea legătura cu US 4.") Există pagini pentru fiecare enzimă și genă umană din câte se cunosc. *Encyclopaedia Britannica* nu a aspirat niciodată la o asemenea amploare. Cum ar fi putut, fiind făcută din hârtie?

Singulară printre marile întreprinderi ale Internetului timpuriu, Wikipedia nu a fost un business; nu a făcut bani, doar a pierdut. A fost susținută de o societate nonprofit, înființată în acest scop. În momentul în care enciclopedia avea 50 de milioane de utilizatori zilnic, fundația avea optsprezece salariați, printre care unul din Germania, unul din Olanda, unul din Australia și un avocat, iar toți ceilalți erau voluntari: milioane de contributori, o mie sau mai mulți „administratori" și, mereu prezent, fondatorul și autointitulatul „lider spiritual", Jimmy Wales. Inițial, Wales nu plănuise dezlânata, haotica, diletanta, amatoristica, parvenita gratis-pentru-toți harababură care a devenit în scurt timp Wikipedia. Potențiala enciclopedie a început cu o listă de experți, cu atestate academice, verificări și evaluări *inter pares*. Însă ideea wiki s-a impus și a preluat frâiele, vrând-nevrând. Un „wiki", din cuvântul hawaian „rapid", era un web site care putea fi nu numai vizitat, ci și editat de către oricine. Un wiki era, prin urmare, autocreat sau, cel puțin, autosusținut.

La început, Wikipedia a apărut pentru utilizatorii de internet cu o autocaracterizare simplă:

> HomePage
>
> Puteți edita această pagină chiar acum! Este un proiect gratuit, comunitar.
>
> Bine ați venit pe Wikipedia! Scriem o enciclopedie de la zero, în colaborare. Am început lucrul în ianuarie 2001. Avem deja peste 3 000 de pagini. Vrem să facem peste 100 000. Așa că, să trecem la treabă! Scrieți puțin (sau mult) despre ceea ce știți! Citiți aici mesajul nostru de salut: Sunteți bineveniți, nou-veniți!

Caracterul fragmentar al acoperirii din acel prim an poate fi estimat uitându-ne pe lista articolelor solicitate. Sub titlul Religie: „Catolicism? – Satan? – Zoroastru? – Mitologie?". La Tehnologie: „motor cu combustie internă? – dirijabil? – display cu cristale lichide? – lărgime de bandă?". La Folclor: „(Dacă doriți să scrieți despre folclor, vă rugăm să propuneți o listă de teme folclorice care sunt efectiv recunoscute ca teme distincte, semnificative legate de folclor, subiect despre care nu e probabil să știți multe dacă tot ceea ce ați făcut pe această linie este să fi jucat Dungeons and Dragons, vezi infra)".[15] Dungeons and Dragons – Donjoane și dragoni – era deja bine acoperit. Wikipedia nu era în căutare de boarfe și zdrențe, dar nu le disprețuia. Peste câțiva ani, la Alexandria, Jimmy Wales a spus: „Toți acei oameni care scriu obsesiv despre Britney Spears, familia Simpson sau Pokémon – nu este adevărat că ar trebui să-i redirecționăm spre a scrie despre concepte obscure din fizică. Wiki nu este pe hârtie, iar timpul lor nu ne aparține. Nu putem spune: «De ce ținem acești angajați care fac o treabă atât de inutilă?». Ei nu fac rău nimănui. Să-i lăsăm să scrie".

„Wiki nu este pe hârtie" era mottoul neoficial. Autoreferențial, expresia are propria sa pagină în enciclopedie (vezi și „Wiki ist kein Papier" și „Wikipédia n'este pas sur papier"). Înseamnă că nu există nicio limită fizică sau economică în ceea ce privește numărul sau lungimea articolelor. Biții sunt gratis. „Orice metaforă legată de hârtie sau de spațiu e moartă", după cum a spus Wales.

Wikipedia s-a descoperit pe sine ca pilon al culturii cu neașteptată viteză, în parte datorită neplanificatei sale relații sinergetice cu Google. A devenit un studiu de caz pentru inteligența colectivă: utilizatori care dezbat la nesfârșit soliditatea – în teorie și în actualitate – a unor articole scrise pe un ton autoritar de către niște inși fără atestate, fără identitate verificabilă și cu prejudecăți neștiute. Era notoriu faptul că Wikipedia a fost ținta unor acte de vandalism. Ea a scos la iveală dificultățile – poate imposibilitatea – atingerii unui consens neutru într-o realitate tumultuoasă, frământată de dispute. Procesul era afectat de așa-zisele războaie de editare, în care contributorii în conflict nu încetau să-și anuleze reciproc modificările. La sfârșitul lui 2006, indivizii preocupați de „Pisică" nu puteau să cadă de acord dacă o persoană având o pisică este „proprietarul", „îngrijitorul" sau „companionul" său uman. Într-un răstimp de trei săptămâni, disputa a căpătat proporțiile unei cărticele. Au fost războaie de editare legate de virgule și zei, războaie zadarnice legate de ortografie, pronunție și dispute geopolitice. Alte războaie de editare au scos la iveală maleabilitatea cuvintelor. Era Conch Republic (Key West, Florida) o „micronațiune"? Era o anumită fotografie cu un urs polar „cute" – drăguță? Experții aveau opinii diferite și toți erau experți.

După un vacarm ocazional, articolele tind să se fixeze înspre permanență; totuși, dacă proiectul pare să se apropie

de un fel de echilibru, este cu toate acestea dinamic şi instabil. În universul Wikipedia, realitatea nu poate fi încremenită cu premeditare. Ideea era o iluzie creată în parte de enciclopedia de hârtie legată în piele. Denis Diderot ţintea în *Encyclopédie,* publicată la Paris începând din 1751, „să colecţioneze toată cunoaşterea risipită astăzi pe faţa pământului, pentru a face cunoscută structura ei generală oamenilor cu care coexistăm în prezent şi să o transmitem celor ce vor veni după noi". *Britannica,* prima oară scoasă la Edinburgh în 1768, într-o sută de fascicule săptămânale, şase pence bucata, poartă acelaşi halo de autoritate. Părea terminată – cu fiecare ediţie. Nu avea echivalent în nicio altă limbă. Chiar şi aşa, experţii responsabili pentru cea de-a treia ediţie („în optsprezece volume, în mare măsură îmbunătăţită"), la un secol după *Principia* lui Isaac Newton, încă nu erau în stare să susţină teoria lui, sau oricare alta, privind gravitaţia. „Au fost mari dispute", afirma *Britannica.*

> Mulţi filosofi eminenţi, printre care însuşi Sir Isaac Newton, au considerat-o a fi prima dintre toate cauzele secunde; o substanţă incorporală sau spirituală, care nu poate fi niciodată percepută nicicum altfel decât prin efectele ei; o proprietate universală a materiei etc. Alţii au încercat să explice fenomenele gravitaţiei prin acţiunea unui foarte subtil fluid eteric; şi acestei explicaţii Sir Isaac Newton, în ultima parte a vieţii sale, pare să-i nu fi fost adversar. El a emis chiar o ipoteză privind materia în care acest fluid ar putea să ocazioneze aceste fenomene. Dar, pentru o prezentare completă a . . . stadiului acestei dispute în prezent, vezi articolele Filosofia newtoniană, Astronomie, Atmosferă, Pământ, Electricitate, Foc, Lumină, Atracţie, Respingere, Plenum, Vacuum etc.

Întrucât *Britannica* avea autoritate, teoria lui Newton privind gravitaţia nu era încă o formă de cunoaştere.

Wikipedia repudiază acest gen de autoritate. Instituțiile academice își declară oficial neîncrederea în ea. Jurnaliștilor li se ordonă să nu se bazeze pe ea. Și totuși, ea capătă autoritate. Dacă cineva dorește să știe câte state americane cuprind un ținut numit Montgomery County, cine nu va crede lista de optsprezece din Wikipedia? Unde în alte parte poate să caute cineva o statistică atât de obscură – generată prin însumarea cunoștințelor a sute de mii de oameni, fiecare dintre ei putând să cunoască doar un anumit Montgomery County? Wikipedia prezintă un articol de mare popularitate, numit „Erori în *Enyclopaedia Britannica* ce au fost corectate în Wikipedia". Articolul este, desigur, mereu în dezvoltare. Toată Wikipedia este. În orice moment, cititorul surprinde o versiune în zbor a adevărului.

Atunci când Wikipedia afirmă, în articolul „Îmbătrânire",

> După o perioadă de perfectă regenerare (la oameni între 20 și 35 de ani [necesar citat], bătrânețea organismului se caracterizează prin declinul capacității de a reacționa la stres, sporit dezechilibru homeostatic și risc crescut de îmbolnăvire. Această serie ireversibilă de modificări conduce inevitabil la moarte,

un cititor trebuie să creadă toate acestea; totuși, vreme de un minut, dimineața devreme, pe 20 decembrie 2007, întregul articol a cuprins în schimb o singură propoziție: „Îmbătrânirea e ceea ce obții când ești naspa de babalâc babalâc babalâc"[16]. Acest gen evident de vandalism cu greu poate să dureze cât de puțin. Detectarea și anularea lui le fac roboții antivandalism și legiuni de luptători umani împotriva vandalismului, mulți dintre ei mândri membri ai Task Force și Unități de Contra-Vandalism. Potrivit unei maxime populare, lansate de către un vandal frustrat, „pe Wikipedia există o conspirație

gigantică ce încearcă să pună articolele în acord cu realitatea". E destul de corect. O conspirație este tot ceea ce poate să spere Wikipedia și adesea este suficient.

Lewis Carroll, spre sfârșitul secolului al XIX-lea, a descris o fictivă hartă extremă, ce reprezenta lumea la scară unitară, o milă la o milă. „Nu a fost însă desfășurată niciodată. Fermierii s-au opus: au spus că ar acoperi toată țara și ar astupa lumina soarelui."[18] Ideea nu le-a scăpat wikipedienilor. Unii sunt la curent cu o dezbatere purtată în secțiunea germană în legătură cu șurubul de la plăcuța de frână stânga spate a bicicletei lui Ulrich Fuchs. În calitate de editor Wikipedia, Fuchs a pus în discuție întrebarea: merită acest item din universul obiectelor propria sa intrare pe Wikipedia? S-a căzut de acord că șurubul era mic, însă real și specificabil. „Este un obiect în spațiu și eu l-am văzut"[18], a spus Jimmy Wales. Într-adevăr, a apărut un articol în versiunea germană a Meta-Wiki (adică, Wikipedia despre Wikipedia), intitulat „Die Schraube an der hinteren linken Bremsbacke am Fahrrad von Ulrich Fuchs".[19] După cum nota Wales, însăși existența acestui articol era „o metaironie". Era scris chiar de către oamenii care obiectau împotriva oportunității sale. Articolul nu era de fapt despre șurub, totuși. Se referă la controversă; dacă Wikipedia ar trebui să se străduiască, în teorie sau în practică, să descrie întreaga lume în toate detaliile.

Facțiuni opuse s-au coagulat în jurul denumirilor „deleționism"* și „incluzionism". Incluzioniștii adoptă cea mai largă perspectivă în legătură cu ceea ce aparține Wikipediei. Deleționiștii susțin și câteodată operează îndepărtarea banalităților triviale: articole prea scurte, prost scrise sau fără credi-

* În original, *deletionism* – de la verbul to delete = „a șterge", bine cunoscut utilizatorilor de computere (n.a.).

bilitate, tratând teme neimportante. Se înțelege că toate aceste criterii sunt variabile și subiective. Deleționiștii vor să ridice baremul de calitate. În 2008, au reușit să elimine o intrare despre Port Macquarie Presbyterian Church, New South Wales, Australia, pe motivul lipsei de notorietate. Jimmy Wales însuși înclină spre incluzionism. Spre sfârșitul verii lui 2007, a vizitat Cape Town, din Africa de Sud, a luat prânzul într-un loc numit Mzoli's și a creeat un „stub" [trunchi] cu o singură propoziție: „Mzoli's Meats este o măcelărie și un restaurant aflat în localitatea Guguletu de lângă Cape Town, South Africa". A supraviețuit douăzeci și două de minute până când un administrator de nouăsprezece ani, pe nume Ùdemon, l-a șters pe motiv de insignifianță. Peste o oră, un alt utilizator a recreat articolul și l-a extins, bazându-se pe informații culese de pe un blog local din Cape Town și din transcrierea online a unui interviu radiofonic. Au trecut două minute și un alt utilizator a obiectat pe motivul că „acest articol sau această secțiune este scrisă ca o reclamă". Și așa mai departe. Cuvântul „faimos" a fost inserat și șters de mai multe ori. Utilizatorul Ùdemon a intervenit din nou, spunând: „Nu suntem Paginile Albe și nu suntem un ghid de călătorie". Utilizatorul EVula a replicat: „Cred că, dacă îi acordăm acestui articol un pic peste două ore de existență, s-ar putea să ne alegem cu ceva de valoare". Curând, disputa a atras atenția ziarelor din Australia și Anglia. În anul următor, articolul nu numai că a supraviețuit, dar s-a extins cu o fotografie, latitudinea și longitudinea exactă, o listă de paisprezece referințe și secțiuni separate pentru Istorie, Business și Turism. Niște resentimente au persistat, firește, pentru că, în martie 2008, un utilizator anonim a înlocuit întregul articol cu o singură propoziție: „Mzoli's este un insignifiant mic restaurant al cărui articol există aici numai pentru că

Jimmy Wales este un egomaniac cu ifose". Acela a durat mai puţin de un minut.

Wikipedia evoluează dendritic, trimiţând vlăstare noi în multe direcţii. (Prin aceasta se aseamănă cu universul.) Aşa se face că deleţionismul şi incluzionismul au dat naştere mergismului şi incrementalismului.* Ele au condus la facţionism, iar facţiunile s-au descompus în „Asociaţia wikipedienilor deleţionişti" şi cea a „Wikipedienilor incluzionişti", alături de „Asociaţia wikipedienilor cărora le displace să emită judecăţi atotcuprinzătoare despre valoarea unei categorii de articole" şi „Cei care sunt în favoarea ştergerii unor articole deosebit de proaste, dar aceasta nu înseamnă că ei sunt deleţionişti". Wales a fost în mod deosebit preocupat de biografiile persoanelor în viaţă. Într-o lume ideală, în care Wikipedia ar putea fi eliberată de griji practice de mentenanţă şi răspundere, Wales spunea că ar fi fericit să vadă câte o biografie a fiecărui om de pe pământ. Îl întrece pe Borges.

Chiar şi atunci, la extrema imposibilă – fiecare persoană, fiecare şurub de bicicletă –, colecţia nu ar avea nimic asemănător Cunoaşterii Totale. Pentru enciclopedii, informaţia tinde să se aranjeze pe teme şi categorii. *Britannica* şi-a încadrat organizarea din 1790 „într-un plan cu totul nou". Făcea reclamă pentru „diferitele ştiinţe şi arte", ordonate ca „tratate şi sisteme distincte"–

* Mergism – de la verbul to merge = „a contopi, a amesteca"; mergismul susţine că temele minore ar trebuie să fie incluse în articolele principale, cele mai relevante. Utilizatorii mergişti se opun separatiştilor, care tind să expedieze temele minore în articole independente. Incrementalism, în general, înseamnă a susţine o creştere, o dezvoltare treptată, pas cu pas; în context, incrementaliştii sunt adepţii unei creşteri bit cu bit a Wikipediei, prin adăugiri infinitezimale (n.t.).

Şi *explicaţii complete oferite*
diferitelor părţi detaşate ale cunoaşterii, legate de obiecte naturale şi artificiale sau de probleme ecleziastice, civile, militare, comerciale etc.[20]

În Wikipedia, părţile detaşate ale cunoaşterii tind să se păstreze separate. Editorii au analizat dinamica logică aşa cum ar fi făcut-o Aristotel sau Boole:

> Multe teme se bazează pe relaţia dintre *factorul X* cu *factorul Y*, rezultând unul sau mai multe articole complete. Unul s-ar putea referi, de exemplu, la *situaţia X*, din *locaţia Y*, sau la *versiunea X* a *itemului Y*. Este perfect valid atunci când cele două variabile puse laolaltă reprezintă un fenomen cultural semnificativ sau o temă altcumva de interes notabil. Frecvent, sunt necesare articole separate pentru un subiect în cadrul unor grupuri de ţări diferite, datorită unor diferenţe substanţiale dincolo de graniţele internaţionale. Articole precum „Industria ardeziei în Ţara Galilor" sau „Insula Fox" sunt exemple potrivite. Dar a scrie despre „Stejarii din Carolina de Nord" sau despre „Camionul albastru" ar constitui probabil o bifurcaţie a punctelor de vedere, o cercetare originală sau ar fi, altminteri, de-a dreptul o prostie.[21]

Mai devreme, Charles Dickens a avut în vedere chiar această problemă. În *The Pickwick Papers*, se spune că un bărbat a căutat în Britannica metafizica chineză. Nu exista, totuşi, niciun articol pe această temă: „El a citit pentru metafizică la litera M şi pentru China la litera C şi a combinat informaţiile sale".[22]

În 2008, romancierul Nicholson Baker, sub numele de Wageless, a fost absorbit de Wikipedia ca atâţia alţii, mai întâi căutând informaţii şi apoi încercând să furnizeze altele la

rândul său, începând într-o vineri seară cu articolul despre somatotropina bovină şi, a doua zi, *Sleepless in Seattle**, periodizare şi fluid hidraulic. Duminică a fost pornochanchada (filme cu sex braziliene), un fotbalist din anii 1950 pe nume Earl Blair şi înapoi la fluidul hidraulic. Marţi a descoperit Escadrila de salvare a articolelor, dedicat descoperirii articolelor în pericol de ştergere şi salvării lor prin îmbunătăţirea conţinutului lor. Baker s-a înscris imediat, tastând o notă: „Aş vrea să fac parte din asta". Căderea lui în obsesie este documentată în arhive, ca şi orice altceva care se întâmplă pe Wikipedia, şi el a scris despre ea peste câteva luni într-o publicaţie tipărită, *The New York Review of Books*.

> Am început să stau în picioare cu computerul deschis lângă pervazul din bucătărie, holbându-mă la tot mai lunga mea listă de căutare, verificând, sondând. . Am încetat să mai aud ce-mi spunea familia mea – timp de vreo două săptămâni am dispărut în monitorul meu, încercând să salvez scurte, uneori excesiv de promoţionale şi, cu toate acestea, valoroase biografii, reformulându-le în limbaj neutru şi scormonind febril prin baze de date ale ziarelor şi cărţi de pe Google pentru referinţe care le-ar fi sporit cota de interes. Am devenit un „incluzionist".

El a încheiat cu o „speranţă secretă": că toate boarfele şi zdrenţele puteau fi salvate, dacă nu în Wikipedia, atunci într-o „Wikimorgă – un tomberon de vise sfărâmate". A sugerat să se numească Deletionpedia. „Ar avea multe să ne spună peste timp." Conform principiului că nimic online nu piere vreodată, Deletionpedia a fost creată la scurt timp după aceea şi a crescut gradual. Port Macquarie Presbyterian Church mai tră-

* Comedie romantică de mare succes, din 1993, cu Tom Hanks şi Meg Ryan în rolurile principale (n.t.).

ieşte acolo, deşi nu face parte, strict vorbind, din enciclopedie. Pe care unii o numesc univers.

Numele au devenit o problemă specială: dezambiguizarea lor; complexitatea lor; coliziunile lor. Aproape nelimitatul flux de informaţii are efectul de a arunca toţi itemii din lume într-o singură arenă, unde par să joace cu frenezie Bumper Car.* Vremuri mai simple îngăduiseră denumiri mai simple: „Domnul Dumnezeu a făcut fiecare animal de pe pământ şi fiecare pasăre din aer; şi le-a adus în faţa lui Adam să vadă cum le va numi el", spune Geneza; „şi aşa cum a numit Adam fiecare vieţuitoare, acela i-a rămas de-atunci numele." Pentru fiecare creatură, un nume; pentru fiecare nume, o creatură. Curând, însă, Adam a primit ajutor.

În romanul său *Infiniturile*, John Banville şi-l imaginează pe zeul Hermes spunând: „O hamadriadă este o nimfă a pădurii, de asemenea un şarpe veninos din India şi un babuin abisinian. E nevoie să fii zeu ca să ştii acest lucru".[23] Totuşi, conform Wikipedia, *hamadriadă* denumeşte, de asemenea, un fluture, un jurnal de istorie naturală din India şi o trupă canadiană de rock progresiv. Suntem noi, toţi, acum precum zeilor? Trupa de rock şi nimfa pădurii pot să coexiste fără fricţiuni, dar la modul mai general prăbuşirea barierelor informaţionale conduce la conflict legat de nume şi drepturile de numire. Oricât pare de imposibil, lumea modernă începe să-şi epuizeze stocul de nume. Lista de posibilităţi pare infinită, însă cererea este încă şi mai mare.

---

* Bumper Car – sport auto tipic american, în care maşinile angrenate în cursă se ciocnesc în mod deliberat, până când un singur concurent se mai poate deplasa la volanul maşinii sale, oricum făcute praf (n.t.).

Companiile telegrafice majore, confruntate în 1919 cu problema tot mai presantă a mesajelor direcționate greșit, au înființat un Birou Central pentru Adrese Înregistrate. Sediul său central, situat în districtul financiar din New York, a umplut camera de la etaj de pe Broad Street cu fișete metalice, burduşite cu dosare. Clienții erau îndemnați să înregistreze nume de cod pentru adresele lor: cuvinte alcătuite din cinci până la zece litere, cerându-se ca acestea să fie „pronunțabile" – adică, „formate din silabe care apar în una din opt limbi europene".[24] Mulți clienți s-au plâns de costul inițial – 2,50 dolari per nume de cod – dar, în 1934, biroul administra o listă de 28 000 de nume, printre care ILLUMINATE (Compania Edison din New York), TOOTSWEETS (Sweet Company of America) și CHERRYTREE (Hotelul George Washington).[25] Financiarul Bernard M. Baruch a reușit să-și rezerve BARUCH. Principiul era primul venit, primul servit și era un modest vestitor a ceea ce avea să urmeze.

Ciberspațiul, desigur, schimbă totul. O companie din Carolina de Sud, numită Fox & Hound Realty, cu Billy Benton proprietar / broker, a înregistrat numele BARUCH.COM. Un canadian locuind în High Prairie, Alberta, a înregistrat JRRTOLKIEN.COM* și l-a deținut timp de un deceniu, până când un seminar al Organizației Mondiale a Proprietății Intelectuale i l-a retras. Numele avea valoare; alții care s-au declarat interesați de el, ca brand și trademark, fie l-au înregistrat, fie l-au anulat, printre aceștia moștenitorii scriitorului, editorul și producătorii de filme, nemaivorbind de câteva mii de oameni din toată lumea care s-a nimerit să aibă același nume de familie. Același indi-

* John Ronald Reuel Tolkien (1892–1973) – scriitor, poet și filolog englez, cunoscut mai ales drept autor al unor proze fantastice, precum *The Hobbit*, *The Lord of the Rings* și *The Silmarillion* (n.t.).

vid din High Pairie a pus bazele unuei afaceri intrând în posesia unor nume celebre: Céline Dion, Albert Einstein, Michael Crichton, Pierce Brosnan şi încă alte 1 500. Unii dintre aceşti oameni au ripostat. Câteva nume selecte – spuma şi crema – realizaseră o imensă concentrare de valoare economică. Economiştii estimează că sigla *Nike* valorează 7 miliarde de dolari; *Coca-Cola* este evaluată la de zece ori mai mult.

În studiul onomasticii, este axiomatic ca lărgirea unităţilor sociale conduce la creşterea sistemelor de denumire. Pentru viaţa din triburi şi sate, nume singulare precum Albin şi Ava erau de ajuns, însă triburile au dat naştere clanurilor, oraşele au creat naţiunile, iar oamenii trebuiau să facă mai mult: nume de familie şi patronime; nume bazate pe geografie şi ocupaţie. Societăţile mai complexe necesită şi nume mai complexe. Internetul reprezintă nu numai o nouă oportunitate pentru lupte legate de nume, ci şi un salt la scară, provocând o fază de tranziţie.

Un compozitor din Atlanta, cunoscut drept Bill Wyman, a primit un ordin de încetare şi nereluare a activităţii din partea avocaţilor ce-l reprezentau pe fostul basist de la Rolling Stones, cunoscut, de asemenea, sub numele de Bill Wyman; ordinul solicita, cu alte cuvinte, ca el „să înceteze şi să nu mai reia" utilizarea acelui nume. Drept răspuns, primul Bill Wyman a arătat că cel de-al doilea Bill Wyman se născuse cu numele de William George Perks. Compania de automobile cunoscută în Germania drept dr. ing. h.c. F. Porsche AG a dus o serie de bătălii ca să-şi protejeze numele Carrera. Un alt pretendent era satul elveţian, cod poştal 7 122. „Satul Carrera exista înaintea trademarkului Porsche", le-a scris Christoph Reuss din Elveţia avocaţilor ce reprezentau Porsche. „Folosirea acestui nume de către Porsche constituie o însuşire ilegală a bunăvoinţei şi a

reputației dobândite de către sătenii din Carrera." El a mai adăugat pe bună dreptate: „Satul emite mult mai puține zgomote și poluanți decât Porsche Carrera". El nu a menționat că José Carreras, cântărețul de operă, era amestecat într-o dispută proprie legată de nume. Între timp, compania de automobile a pretins proprietatea de trademark pentru numărul 911.

Un folositor termen tehnic a apărut din informatică: „namespace", un domeniu în care toate numele sunt distincte și unice. Vreme îndelungată lumea a avut spații nominale bazate pe geografie și altele bazate pe nișa economică. Poți fi din Bloomingdale atâta timp cât nu locuiești în New York; poți să fii Ford dacă nu produci automobile. Trupele de rock ale lumii constituie un spațiu nominal, unde Pretty Boy Floyd coexistă cu Pink Floyd și Pink, laolaltă cu 13th Floor Elevators și 99th Floor Elevators și Hamadryad. Găsirea de nume noi în acest spațiu devine o provocare. Cântărețul și compozitorul multă vreme numit simplu „Prince" a primit acest nume la naștere; când s-a săturat de el, s-a trezit etichetat cu un metanume, „Artistul Anterior Cunoscut Drept Prince". Asociația Actorilor de Film păstrează formal un spațiu nominal de sine stătător – este permisă o singură Julia Roberts. Spațiile nominale tradiționale se suprapun și se contopesc. Și multe sunt supraaglomerate.

Numele farmaceutice sunt un caz special: a apărut o subindustrie pentru a le boteza, cerceta și repara. În Statele Unite, analizele întreprinse de Administrația Medicamentelor și Alimentelor au propus posibile coliziuni între nume de doctorii, iar procesul este complex și incert. Erorile provoacă moartea. Metadona, pentru dependența de opiu, a fost administrată în loc de Metadate, pentru tulburarea atenției deficitare, iar Taxol, un medicament pentru cancer, în loc de

Taxotere, un medicament diferit pentru cancer, cu rezultate fatale. Medicii se tem atât de erorile de asemănare grafică, cât şi de erorile de asemănare fonetică: Zantac/Xanax; Verelan/ Virilon. Lingviştii concep măsuri ştiinţifice de „distanţare" între nume. Însă Lamictal, Lamisil, Ludiomil şi Lomotil sunt toate nume de medicamente aprobate.

În spaţiul nominal corporatist, semne de supraaglomerare pot fi văzute în dispariţia a ceea ce s-ar putea numi denumiri simple, semnificative. Nicio nouă companie n-ar mai putea să primească nume precum General Electric, First National Bank sau International Business Machines. Tot astfel, A.1.Steak Sauce nu se poate referi decât la un produs alimentar cu o lungă istorie. Există milioane de nume de companii şi mari sume de bani merg către consultanţi profesionişti care fac afaceri inventând şi mai multe. Nu este o coincidenţă faptul că triumfurile spectaculoase în materie de denumire în ciberspaţiu sunt la limita nonsensului: Yahoo!, Google, Twitter.

Internetul nu este numai o sită de spaţii nominale; este un spaţiu nominal de sine stătător. Navigarea prin reţelele informatice ale globului se bazează pe un sistem special de nume de domeniu, precum COCA-COLA.COM. Aceste denumiri sunt de fapt adrese, în sensul modern al cuvântului: „un registru, o localitate sau un dispozitiv în care este stocată informaţia". Textul codifică numere; numerele indică locuri din ciberspaţiu, ramificând reţele, subreţele şi aparate. Deşi ele sunt un cod, aceste scurte fragmente de text poartă, de asemenea, o mare încărcătură de sens în cel mai vast dintre spaţiile nominale. Ele amestecă trăsături de trademark, numere de înmatriculare vanitoase, coduri poştale, semnale personalizate ale posturilor de radio şi graffiti. Ca şi numele de cod telegrafice, oricine poate să înregistreze un nume de domeniu, pentru o taxă

redusă, începând din 1993. A fost primul venit, primul servit. Cererea depășește oferta.

Prea mult de muncă pentru cuvintele scurte. Multe entități au în proprietate de trademark „apple", dar există un singur APPLE.COM; atunci când domeniul muzicii și cel al tehnicii de calcul au intrat în coliziune, așa s-a întâmplat cu grupul The Beatles și compania de computere. Există un singur MCDONALDS.COM, iar un jurnalist pe nume Joshua Quittner l-a înregistrat primul. Pe cât de mult imperiul de modă al lui Giorgio Armani dorea ARMANI.COM, tot atât l-a dorit și Anand Ramnath Mani din Vancouver și el l-a obținut primul. În mod firesc, s-a născut o piață secundară de schimb în materie de nume de domeniu. În 2006, un întreprinzător i-a plătit altui întreprinzător 14 milioane de dolari pentru SEX.COM. Pe atunci, aproape fiecare cuvânt din fiecare limbă de largă circulație fusese înregistrat; la fel și nenumărate combinații de cuvinte și variațiuni ale cuvintelor – peste 100 de milioane. Este o nouă afacere pentru corporațiile de avocatură. O echipă lucrând pentru Daimler-Chrysler din Stuttgart, Germania, a reușit să recupereze MERCEDESSHOP.COM, DRIVEAMERCEDES.COM, DODGEVIPER.COM, CRYSLER.COM, CHRISLER.COM, CHRYSTLER.COM și CHRISTLER.COM.

Edificiile legale ale proprietății intelectuale s-au șubrezit. Reacția a fost o specie de panică – o vânătoare de terenuri în materie de trademark. Până în 1980, Statele Unite înregistrau cam zece mii pe an. După trei decenii, numărul se apropie de trei sute de mii, sărind în fiecare an. Majoritatea cererilor de trademark au fost, de regulă, respinse; acum este valabil opusul. Toate cuvintele din limbă, în toate combinațiile posibile, par eligibile pentru protecție guvernamentală. Un lot tipic de mărci înregistrate la începutul secolului al XXI-lea: GREEN CIRCLE, DESERT ISLAND, MY STUDENT BODY, ENJOY A PARTY IN EVERY

BOWLI, TECHNOLIFT, MEETING IDEAS, TAMPER PROOF KEY RINGS, THE BEST FROM THE WEST, AWESOME ACTIVITIES.*

Ciocnirea numelor, epuizarea numelor s-au mai întâmplat și înainte, deși niciodată pe o scară atât de mare. Naturaliștii antici cunoșteau poate cinci sute de plante diferite și, desigur, au dat fiecăreia câte un nume. Prin secolul al XV-lea, se cunoșteau tot cam atâtea. Apoi, în Europa, pe măsură ce cărțile tipărite au început să se răspândească cu liste și desene, a luat ființă o cunoaștere organizată, colectivă și, odată cu ea, după cum a arătat istoricul Brian Ogilvie, disciplina numită istorie naturală.[26] Primii botaniști au descoperit o abundență de nume. Caspar Ratzenberger, un student de la Wittenberg din anii 1550, a alcătuit un ierbar și a încercat să țină o evidență: pentru o specie, el a notat unsprezece denumiri în latină și germană: *Scandix, Pecten veneris, Herba scanaria, Cerefolium aculeatum, Nadelkrautt, Hechelkam, NadelKoerffel, Venusstrahl, Nadel Moehren, Schnabel Moehren, Schnabelkoerffel.*[27] În Anglia, s-ar fi numit *acul păstorului* sau *pieptenele păstorului.* Destul de curând, abundența de specii a depășit stocul de nume disponibile. Naturaliștii alcătuiau o comunitate; ei corespondau și călătoreau. Pe la sfârșitul secolului, un botanist elevețian publicase un catalog cu 6 000 de plante.[28] Fiecare naturalist care descoperea una nouă avea privilegiul și responsabilitatea de a-i da un nume; proliferarea adjectivelor și a numelor compuse era inevitabilă, la fel ca și duplicarea și redundanța. Pe lângă *acul păstorului* și *pieptenele păstorului,* au mai fost adăugate, numai în limba engleză, *sacul păstorului, desaga păstorului, barba păstorului, salteaua de paie a păstorului, sula păstorului, călțunașul păs-*

* „Cercul verde", „Insula pustie", „Corpul meu studențesc", „Savurați un party cu fiecare bilă!", „Întâlniri de idei", „Brelocuri sigure" [în sensul că nu se desfac], „Cel mai bun din Vest", „Activități înfricoșătoare" (n.t.).

torului, clepsidra păstorului, toiagul păstorului, tărtăcuța păstorului, bucuria păstorului, nodul păstorului, mirtul păstorului, marfa păstorului, punga păstorului, cârja păstorului, daracul păstorului, traista păstorului și *plăcerea păstorului.*

Carl Linnaeus avea să inventeze taxonomia ceva mai târziu; când a făcut-o, în secolul al XVIII-lea, avea de numit 7 700 de specii de plante, alături de 4 400 de animale. Acum, sunt cam 300 000, fără a mai socoti insectele, care adaugă milioane. Savanții încă mai încearcă să le denumească pe toate: există specii de gândăcei numite după Barack Obama, Darth Valder și Roy Orbison. Frank Zappa și-a închiriat numele unui păianjen, unui pește și unei meduze.

„Numele unui om este ca umbra sa", a spus onomatologul vienez Ernst Pulgram în 1954. „Nu face parte din substanța lui și nici din sufletul său, dar trăiește cu el și prin el. Prezența sa nu este vitală, nici absența sa fatală."[29] Acelea erau vremuri mai simple.

Atunci când, în 1949, Claude Shannon a luat o foaie de hârtie și a notat pe ea cu creionul schița sa privind măsura informației, scara mergea de la zeci de biți la sute, mii, milioane, trilioane și catralioane. Tranzistorul abia împlinise un an și legea lui Moore abia urma să fie concepută. În vârful piramidei se găsea estimarea lui Shannon privind Biblioteca Congresului – o sută de catralioane de biți, 1 014. Era destul de corect, însă piramida urca mai sus.

După biți, au urmat kilobiții, destul de firesc. La urma urmelor, inginerii născociseră cuvântul *kilobuck** – „ideea unui savant de a spune pe scurt «o mie de dolari»", explica în mod

* *Buck* este denumirea familiară a dolarului în S.U.A. (n.t.).

util *The New York Times* în 1951.[30] Măsurile informației au urcat pe scară exponențială, până când a răsărit în anii 1960 înțelegerea faptului că tot ceea ce are de-a face cu informația va crește exponențial. Acea idee este exprimată cauzal de către Gordon Moore, care era student la chimie pe vremea când Shannon mâzgălise notița lui, și care apoi și-a găsit calea spre ingineria electronică și dezvoltarea circuitelor integrate. În 1965, cu trei ani înainte să fondeze Intel Corporation, Moore sugera cu modestie și simplitate că, în decurs de un deceniu, până în 1975, până la 65 000 de tranzistori vor putea fi combinați pe o singură plăcuță de siliciu. El a prevăzut o dublare anuală sau o dată la doi ani – o dublare a numărului de componente care puteau fi plasate pe un cip, dar și, după cum s-a văzut, dublarea tuturor tipurilor de capacitate de memorie și a vitezei de procesare, o înjumătățire a dimensiunilor și a costului, părând a fi fără de sfârșit.

Kilobiții puteau fi utilizați ca să exprime viteza de transmisie tot atât de bine precum cantitatea de stocare. Prin 1972, firmele puteau să închirieze linii de înaltă viteză ce transportau date cu o viteză de până la 240 kilobiți pe secundă. Lăsându-se conduși de IBM, ale căror montaje de hardware procesau în mod tipic informația în porții de câte opt biți, inginerii au adoptat, în scurt, timp unitatea modernă și oarecum bizară, bytul. Biți și byți.* Un kilobyte, așadar, reprezintă 8 000 de biți; un megabyte (venind imediat după aceea), 8 milioane. În ordinea lucrurilor stabilită de comitetele internaționale pentru standarde, *mega-* a condus la *giga-*, *tera-*, *peta-* și *exa-*, extrase din greceşte, deși cu din ce în ce mai puțină fide-

* Inițial, în limba română s-a folosit traducerea byte = „octet" (pl. octeți), pornindu-se de la faptul că un byte conține opt biți; treptat, termenul original a intrat tot mai mult în uzul curent, astfel încât DEX introduce termenul „byte" (pl. byți), indicând pronunția după modelul englezesc: bait, pl. baiți (n.t.).

litate. A fost suficient, pentru orice măsurare, până în 1991, când s-a constatat nevoia zettabytului (1 000 000 000 000 000 000 000) şi, dintr-o inadvertenţă, a termenului care sună amuzant yottabyte* (1 000 000 000 000 000 000 000 000). În această urcare exponenţială, informaţia a depăşit alte estimări. Banii, de exemplu, sunt puţini prin comparaţie. După kilobucks, au fost megabucks şi gigabucks, iar lumea poate să glumească pe seama inflaţiei care duce spre terabucks, însă toţi banii din lume, toată avuţia acumulată de toate generaţiile umanităţii nu urcă până la un petabuck.

Anii 1970 au fost deceniul megabyţilor. În vara lui 1970, IBM a introdus două noi modele de computere, cu mai multă memorie decât existase vreodată înainte: Modelul 155, cu 768 000 byţi de memorie şi mai marele Model 165, cu un megabyte întreg, într-o carcasă uriaşă. Una dintre aceste unităţi centrale, care umpleau o cameră, putea fi cumpărată cu 4 674 160 de dolari. În 1982, Prime Computer comercializa un megabyte de memorie pe un singur platan de circuite pentru 36 000 de dolari. Atunci când editorii lui Oxford English Dictionary au început, în 1987, să digitalizeze conţinutul său, i-au estimat mărimea la un gigabyte. Un gigabyte cuprinde, de asemenea, întregul genom uman. O mie din aceştia ar umple un terabyte. Un terabyte era cantitatea de stocare pe disc pe care au reuşit s-o peticească Larry Page şi Sergey Brin, cu ajutorul sumei de 15 000 de dolari, pe care au strâns-o de pe cardurile lor de credit în 1998, pe când erau absolvenţi ai Universităţii Stanford, construind un motor de căutare prototip, pe care întâi l-au numit BackRub şi apoi l-au rebotezat Google. Un terabyte este cantitatea de date pe care le emite

---

* Comicul rezultă din faptul că pronunţia termenului „yottabyte" seamănă izbitor cu *you're to byte* – „tu eşti de muşcat" (n.t.).

zilnic un post tipic de televiziune analogică și cuprindea baza guvernamentală de date a Statelor Unite privind patentele și evidențele mărcilor înregistrate atunci când a intrat online în 1998. În 2010, se poate cumpăra un disc de un terabyte cu o sută de dolari și încape în palmă. Cărțile din Biblioteca Congresului reprezintă cam 10 terabyți (după cum a ghicit Shannon) și numărul crește de multe ori dacă se adaugă imaginile și înregistrările muzicale. Biblioteca arhivează acum web site-uri; în februarie 2010, colecția ajunsese la valoarea de 160 de terabyți.

Pe măsură ce trenul se avântă înainte, pasagerii simt uneori că ritmul prefigurează simțul propriei lor istorii. Legea lui Moore păruse simplă pe hârtie, însă consecințele sale i-au făcut pe oameni să se străduiască a găsi metafore cu care să înțeleagă experiența lor. Informaticianul Jaron Lanier descrie sentimentul astfel: „E ca și cum îngenunchezi să plantezi semințele unui copac și acesta crește atât de repede încât înghite întregul tău oraș înainte chiar să fi apucat să te ridici în picioare".[31]

O metaforă mai familiară este norul. Toate acele informații, – toată acea capacitate informațională ne învăluie, nu tocmai vizibilă, nu tocmai tangibilă, însă îngrozitor de reală; amorfă, spectrală; plutind prin preajmă și, totuși, nesituată în vreun loc. Cerurile trebuie să se fi făcut simțite în acest fel credincioșilor. Oamenii vorbesc despre mutarea vieților lor în nor – viețile lor informaționale, cel puțin. Poți depozita fotografii în nor; Google îți va conduce afacerea din nor; e-mailul trece spre și dinspre nor și niciodată nu iese din el. Toate ideile tradiționale despre intimitate, bazate pe uși și lacăte, depărtare și invizibilitate fizică se sfârșesc în nor.

Banii trăiesc în nor; formele vechi sunt mostre vestigiale de a ști a cine posedă ce, cine ce datorează. În secolul al XXI-lea,

acestea vor fi privite ca niște anacronisme, demodate sau chiar absurde: lingouri de metale prețioase transportate de la un țărm la altul pe corăbii fragile, supuse piraților și zeului Poseidon; monede de metal azvârlite din mașini în mișcare în coșuri la intrarea pe autostrăzi cu taxă și apoi transportate cu camioane (acum istoria automobilului dumneavoastră se află în nor); cecuri rupte din carnete și semnate cu cerneală; bilete de tren, de spectacole, de avion sau orice altceva tipărite pe hârtie infiltrată cu filigran, holograme sau fibre fluorescente; și, curând, toate formele de cash. Economia lumii se tranzacționează în nor.

Aspectul său fizic nu poate fi mai puțin asemănător cu un nor. Ferme de servere proliferează în clădiri de cărămidă și complexe de oțel fără însemne, cu ferestre afumate sau fără ferestre, mile de etaje cavernoase, generatoare diesel, turnuri de răcire, ventilatoare înalte de doi metri la aspirare și conducte de aerisire din aluminiu. Infrastructura ascunsă crește în relație simbiotică cu infrastructura electrică cu care seamănă din ce în ce mai mult. Sunt comutatoare de informație, centre de comandă și substații. Ele sunt izolate și distribuite. Acestea sunt roțile dințate; norul este avatarul lor.[32]

Informația produsă și consumată de omenire obișnuia să dispară – aceasta era norma, șablonul preinstalat. Suspinele, sunetele, cântecele, cuvântul vorbit se topeau în văzduh. Însemnele în piatră, pe pergament și pe hârtie erau cazuri speciale. Nu le-a trecut prin minte spectatorilor lui Sofocle că va fi păcat de pierderea pieselor lui; ei savurau spectacolul. Acum, așteptările s-au inversat. Totul poate fi înregistrat și conservat, cel puțin potențial; fiecare interpretare muzicală, fiecare crimă comisă într-un magazin, într-un lift sau pe o stradă; fiecare tsunami sau erupție vulcanică de pe țărmuri îndepărtate; fiecare carte jucată sau piesă mutată într-un joc online;

orice grămadă de rugby sau meci de cricket. A avea la îndemână o cameră de luat vederi este ceva normal, nu excepțional; undeva în jur de 500 de miliarde de imagini au fost captate în 2010. YouTube dirija un trafic de peste un miliard de videoclipuri pe zi. În cea mai mare parte, sunt accidentale și dezordonate, dar există cazuri extreme. Unul dintre pionierii computerelor, Gordon Bell, la Microsoft Research, pe când trecuse de șaptezeci de ani, a început să înregistreze fiecare moment de peste zi, fiecare conversație, mesaj, document, un megabyte pe oră sau un gigabyte pe lună, purtând la gât ceea ce el numea un „SenseCam" ca să creeze ceea ce el intitula un „LifeLog". Unde se termină? Nu la Biblioteca Congresului.

E natural, până la urmă – chiar inevitabil –, să întrebăm câtă informație există în univers. Este consecința spuselor lui Charles Babbage și Edgar Allan Poe, că „niciun gând nu poate să piară". Seth Lloyd s-a ocupat de calculele matematice. Este un tip cu fața rotundă ca luna plină, cu ochelari, inginer cuantic la MIT, un teoretician și proiectant al computerelor cuantice. Universul, prin faptul că există, înregistrează informații, spune el. Evoluând în timp, procesează informații. Cât de multe? Ca să afle răspunsul, Lloyd are în vedere cât de repede lucrează acest „computer" și cât de mult timp a lucrat. Având în vedere limita fundamentală a vitezei, $2E/\pi\hbar$ operații pe secundă („unde E este energia medie a sistemului peste starea de bază și $\hbar = 1{,}0545 \times 10^{-34}$ jouli/sec este constanta redusă a lui Planck"), și a spațiului de memorie, limitat de entropie la $S/k_B \ln 2$ („unde S este entropia termodinamică a sistemului și $k_B = 1{,}38 \times 10^{-23}$ jouli/K este constanta lui Boltzmann"), ținând seama de viteza luminii și de vârsta universului de la Big Bang, Lloyd calculează că universul putea să fi efectuat ceva de ordinul a 10^{120} „ops" – operații – în toată istoria sa. Având

în vedere „fiecare grad de libertate al fiecărei particule din univers", ar putea să conţină acum ceva de genul a 10^{90} biţi.[33] Şi numărătoarea continuă.

15 | ȘTIRI PROASPETE ÎN FIECARE ZI
(ȘI ALTELE ASEMENEA)

Scuze pentru suișurile și coborâșurile web site-ului din zilele trecute. După câte înțeleg eu, acumularea capricioasă de gheață trage în jos ramurile internetului și camioanele care transportă pachete de informații derapează peste tot.[1]

– Andrew Tobias (2007)

Pe măsură ce presa tipărită, telegraful, mașina de scris, telefonul, radioul, computerul și internetul au prosperat, fiecare la vremea sa, lumea a spus, ca și cum ar fi fost pentru prima oară, că o nouă povară apasă pe umerii comunicațiilor umane: o nouă complexitate, o nouă distanțare și un înspăimântător nou exces. În 1962, președintele Asociației Istorice Americane, Carl Bridenbaugh, i-a avertizat pe colegii săi că existența umană parcurge o „Mare Mutație" – atât de bruscă și atât de radicală „încât noi suferim acum ceva asemănător unei amnezii istorice". El a deplâns declinul lecturii, îndepărtarea de natură (dând vina parțial pe „hidoasele cutii galbene Kodak" și pe „omniprezentul radio cu tranzistori"), și pierderea culturii împărtășite. Mai presus de toate, în ceea ce-i privește pe păstrătorii și pe cronicarii trecutului, era îngrijorat de noile instrumente și tehnici accesibile savanților: „acea cățea de zeiță, Cuantificarea"; „mașinile de procesare a datelor"; în egală măsură, „acele înfricoșătoare aparate de scanare, despre care ni se spune că vor citi documente și cărți pentru noi"[2]. Mai mult nu era mai bine, a declarat el:

În pofida acelei necontenite flecăreli despre comunicare pe care o auzim în fiecare zi, ea nu s-a îmbunătățit; de fapt, a devenit mai dificilă.[3]

Aceste remarci au ajuns bine cunoscute prin câteva reiterări: întâi, adresarea orală, auzită de cam o mie de oameni din sala de bal a hotelului Conrad Hilton din Chicago, în ultima seară de duminică a anului 1962; apoi, versiunea tipărită în revista societății din 1963; și ulterior, peste o generație, o versiune online, cu penetrația ei mult mai largă și poate mai durabilă totodată.

Elizabeth Eisenstein a dat peste versiunea tipărită din 1963, pe când preda istoria ca lector adjunct cu jumătate de normă la American University din Washington (cel mai bun job pe care l-a putut obține, ca femeie cu un doctorat la Harvard). Ulterior, ea a identificat acel moment ca punct de start pentru cincisprezece ani de cercetări, care au culminat cu piatra de hotar în cariera ei academică, două volume intitulate *Presa tipărită ca agent de schimbare.* Înainte de apariția lucrării lui Eisenstein, în 1979, nimeni nu mai încercase un studiu cuprinzător al tipăriturilor ca revoluție în comunicare, esențială pentru tranziția de la epoca medievală spre modernitate. Manualele, după cum remarcă ea, aveau tendința să plaseze tiparnița undeva între Moartea Neagră și descoperirea Americii.*[4] Ea a plasat invenția lui Gutenberg în centrul scenei: trecerea de la manuscris la tipar; apariția tipografiilor în ora-

* Black Death – cea mai mare epidemie de ciumă din istorie, ajunsă la apogeu în Europa între anii 1348 și 1350. Se estimează că Moartea sau Ciuma Neagră a ucis 30% – 60% din populația Europei, reducând populația lumii de la 450 de milioane la o cifră estimată între 350 și 375 milioane în 1400. Ciuma a generat profunde răsturnări religioase, sociale și economice, cu efecte majore asupra istoriei europene. A fost nevoie de 150 de ani pentru refacerea populației de pe continent. Ciuma a reizbucnit în mai multe rânduri, făcând și mai multe victime, până când a fost eradicată în Europa în secolul al XIX-lea (n.t.).

şele din Europa secolului al XV-lea; transformarea „sistemelor de colectare, stocare şi regăsire a datelor, precum şi a reţelelor de comunicaţii".[5] Ea a subliniat cu modestie că avea să trateze tiparul numai ca pe un agent al schimbării, dar i-a convins pe cititori de rolul său indispensabil în transformările Europei moderne timpurii: Renaşterea, Reforma Protestantă şi naşterea ştiinţei. A fost „un punct decisiv fără întoarcere în istoria omenirii".[6] A modelat spiritul modern.

A modelat şi spiritul istoricilor, de asemenea; ea era interesată de deprinderile mentale inconştiente ale profesiei sale. Pe măsură ce a înaintat cu proiectul său, a început să creadă că savanţii erau prea adesea orbi la efectele propriului lor medium, în care înotau. I-a dat credit lui Marshall McLuhan, a cărui carte, *Galaxia Gutenberg*, apăruse în 1962, pentru a-i fi forţat să-şi mute centrul atenţiei. În epoca scribilor, cultura avea doar nişte repere cronologice primitive: genealogii confuze socoteau generaţiile de la Adam, de la Noe sau de la Romulus şi Remus. „Atitudinile faţă de schimbarea istorică", a scris ea, „vor fi găsite numai ocazional în scrierile clar dedicate «istoriei» şi adesea trebuie citite în astfel de scrieri. Trebuie citite, de asemenea, în saga şi epopei, scripturi sacre, inscripţii funerare, glife şi cifruri, vaste monumente de piatră, documente zăvorâte în cuferele din fortăreţe şi notaţiile marginale de pe manuscrise".[7] Sensul lui *când ne aflăm* – capacitatea de a vedea trecutul desfăşurat în faţa ochilor; internalizarea hărţilor temporale mentale; aprecierea anacronismului – a apărut odată cu trecerea la tipar.

Ca maşină de multiplicat, tiparniţa nu doar a făcut textele mai ieftine şi mai accesibile; forţa ei reală era aceea de a le face stabile. „Cultura scribală", a scris Eisenstein, era „constant slăbită de erodare, coripere şi pierdere"[8]. Tipăritura era credibilă, sigură şi permanentă. Când Tycho Brahe şi-a petrecut nenu-

mărate ore aplecat asupra tabelelor sale de mişcări stelare şi planetare, putea să conteze pe alţii verificând aceleaşi tabele, atunci şi în viitor. Atunci când Kepler a calculat catalogul său de departe mai corect, el s-a bazat pe tabelele de logaritmi publicate de către Napier. Între timp, tipografiile nu răspândeau numai tezele lui Martin Luther, ci şi, mai important, Biblia însăşi. Revoluţia protestantă s-a sprijinit mai mult pe lectura Bibliei decât pe oricare punct de doctrină – tipăritura biruind manuscrisul; codexul înlocuind sulul; dialectul local luând locul limbilor antice. Înaintea tiparului, scriptura nu era cu adevărat stabilă. Toate formele de cunoaştere au dobândit stabilitate şi permanenţă, nu pentru că hârtia era mai durabilă decât papirusul, ci pur şi simplu pentru că existau numeroase copii.

În 1963, citind avertismentele preşedintelui Asociaţiei Istorice Americane, Eisenstein a fost de acord că profesia se confrunta cu o criză, una de proporţii. Dar a avut sentimentul că Bridenbaugh înţelesese exact pe dos. El credea că problema era uitarea: „După cum văd eu", a spus el în mod dramatic, „omenirea este confruntată cu nu mai puţin decât cu pierderea memoriei sale, iar memoria este istorie".[10] Privind aceleaşi noi tehnologii ale informaţiei care îi tulburau atât de mult pe istoricii mai vârstnici, Eisenstein a tras învăţămintele opuse. Trecutul nu se ascunde privirii ci, dimpotrivă, devine mai accesibil şi mai vizibil. „Într-o epocă ce a văzut descifrarea Linearului B şi descoperirea Manuscriselor de la Marea Moartă", a scris ea, „par să existe slabe motive de îngrijorare în ceea ce priveşte «pierderea memoriei umanităţii». Sunt motive întemeiate să ne îngrijoreze supraîncărcarea circuitelor sale". Cât despre amnezia deplânsă de către Brindenbaugh şi atâţia dintre colegii săi:

Aceasta este o lectură greșită a situației dificile cu care se confruntă istorii astăzi. Nu asaltul amneziei explică prezentele dificultăți, ci o mai completă reamintire decât a experimentat oricare generație anterioară. Recuperarea constantă, nu uitarea, acumularea, mai degrabă decât pierderea, au condus la impasul prezent.[11]

Din punctul ei de vedere, o revoluție a comunicării veche de cinci sute de ani încă își sporea avântul. Cum de nu puteau să vadă acest lucru?

„Supraîncărcarea circuitelor" era o metaforă într-adevăr nouă pentru a exprima o senzație – prea multă informație – care era simțită ca fiind ceva nou. Întotdeauna fusese simțită astfel. Unul e nesătul de cărți; recitește câteva ce-i sunt foarte dragi; cere sau împrumută mai multe; așteaptă la ușa bibliotecii și, poate, într-o clipită, se găsește într-o stare de suprasaturație: prea mult de citit. În 1621, un cărturar de la Oxford, Robert Burton (care a strâns una dintre cele mai vaste biblioteci private din lume, 1 700 de cărți, dar niciun lexicon) a dat glas acestui sentiment:

Aflu știri proaspete în fiecare zi și acele zvonuri obișnuite despre război, ciumă, incendii, inundații, furturi, crime, masacre, meteoriți, comete, spectre, minuni, arătări, orașe cucerite, cetăți asediate în Franța, Germania, Turcia, Persia, Polonia etc., adunări și pregătiri zilnice și altele asemenea, pe care aceste vremuri furtunoase și le îngăduie, bătălii, atâția oameni măcelăriți, dueluri, naufragii, piraterie și bătălii navale, pace, ligi, stratageme și alarme recente. O mare confuzie de jurăminte, dorințe, acțiuni, edicte, petiții, procese în tribunale, scuze, legi, proclamații, acuze, doleanțe ajung zilnic la urechile noastre. Cărți noi în fiecare zi, pamflete, partituri, povestiri,

întregi cataloage de volume de toate felurile, noi paradoxuri, opinii, schisme, erezii, controverse în filosofie, religie etc. Vin acum fluvii de nunți, baluri mascate, mascarade, distracții, jubilee, ambasade, răsturnări și turnire, trofee, triumfuri, orgii, sporturi, jocuri: și pe urmă, ca într-o nouă scenă, trădări, trucuri înșelătoare, jafuri, mârșăvii enorme de toate felurile, funeralii, înmormântări, morți de prinți, noi descoperiri, expediții; acum istorii comice, apoi unele tragice. Auzim astăzi de învestirea unor noi lorzi și oficialități, mâine de aceeași oameni mari destituiți, și apoi iar despre conferirea unor noi onoruri; unul este eliberat, altul întemnițat; unul cumpără, altul se ridică: el prosperă, vecinul lui dă faliment; acum belșug, pe urmă iar sărăcie și foamete; unul aleargă, altul călărește, se ceartă, râde, jelește etc. Asta-i ce aud în fiecare zi și altele asemenea.[12]

El credea că supraabundența de informații era ceva nou pe atunci. Nu se plângea: era doar uluit. Protestele au urmat, totuși, la scurt timp. Leibniz se temea de o întoarcere la barbarie – „rezultat la care acea masă oribilă de cărți care continuă să crească ar putea să contribuie foarte mult. Căci, în cele din urmă, dezordinea va ajunge aproape insurmontabilă".[13] Alexander Pope a scris satiric despre „acele zile, când (după ce providența îngăduise invenția tiparului ca flagel pentru păcatele învățaților) hârtia a devenit, la rândul ei, atât de ieftină, iar tiparnițele atât de numeroase, încât un potop de autori a cotropit pământul".[14]

Potopul a devenit o metaforă comună prin care lumea descria supraabundența de informații. Este o senzație de înec: informația ca un potop ce crește clocotitor. Sau amintește de bombardament, datele ciocnindu-se în repetate explozii, din toate părțile, prea repede. Teama de cacofonia glasurilor poate avea o motivație religioasă, o îngrijorare față de zgomotul secular copleșind adevărul. T.S. Eliot a exprimat-o în 1934:

Cunoașterea limbii, dar nu a tăcerii;
Cunoașterea cuvintelor și ignoranța Cuvântului.
Toată cunoașterea noastră ne apropie de ignoranța noastră,
Toată ignoranța noastră ne aduce mai aproape de moarte,
Dar apropierea morții nu ne apropie de DUMNEZEU.[15]

Sau poate fi groaza de prăbușirea zidurilor care ne despart de ceea ce este necunoscut, oribil sau înfricoșător. Se poate pierde capacitatea de a face ordine în haosul senzațiilor. Adevărul pare mai greu de aflat din multitudinea de ficțiuni plauzibile care îl înconjoară.

După ce a apărut „teoria informației", i-au urmat „supraîncărcarea informațională", „saturația informațională", „anxietatea informațională" și „oboseala informațională", ultima recunoscută de OED, în 2009, drept un sindrom al timpurilor: „apatie, indiferență sau epuizare mentală născută din expunerea la prea multă informație, îndeosebi (în uzul de ultimă oră) stres indus de încercarea de asimilare a unei cantități excesive de informații din media, de pe internet sau la serviciu". David Foster Wallace are un nume și mai rău prevestitor pentru această condiție modernă: „zgomot zotal". „Tsunamiul de fapte, contexte și perspective disponibile"[16] – care, a scris el în 2007, constituie „zgomotul total". El a vorbit despre senzația de înec și, totodată, despre o pierdere a autonomiei, a răspunderii personale pentru faptul de a fi informat. Ca să ținem pasul cu toate informațiile, avem nevoie de intermediari și subcontractori.

Un alt mod de a vorbi despre anxietate este să ne referim la prăpastia dintre informație și cunoaștere. Un baraj de date eșuează atât de frecvent să ne spună ceea ce avem nevoie să știm. La rândul ei, cunoașterea nu garantează iluminarea sau înțelepciunea. (Eliot a spus asta, de asemenea: „Unde este înțe-

lepciunea pe care am pierdut-o în cunoaştere? / Unde este cunoaşterea pe care am pierdut-o în informaţie?") Este o veche observaţie, însă una care părea să necesite a fi reformulată atunci când informaţia a devenit abundentă – în special într-o lume în care toţi biţii sunt creaţi egali, iar informaţia este despărţită de semnificaţie. Umanistul şi filosoful tehnologiei Lewis Mumford, de exemplu, a reformulat-o în 1970: „Din păcate, «găsirea informaţiei», oricât de rapidă, nu este un substitut al descoperirii prin examinare personală directă a cunoaşterii, de a cărei existenţă cineva poate să nu fi fost niciodată conştient, nici al urmăririi în ritmul propriu al ramificaţiilor ulterioare în literatura relevantă".[17] El a cerut reîntoarcerea la „autodisciplina morală". Este o adiere de nostalgie în acest gen de avertismente, împreună cu un adevăr incontestabil: că în căutarea cunoaşterii, mai încet poate fi mai bine. Explorarea rafturilor înţesate ale bibliotecilor prăfuite are propriile sale recompense. A citi – chiar a frunzări – o carte veche poate să producă o hrană refuzată de căutarea într-o bază de date. Răbdarea este o virtute, lăcomia, un păcat.

Chiar în 1970, totuşi, Mumford nu se gândea la bazele de date sau la niciuna dintre tehnologiile electronice care se desluşeau. El se plângea de „înmulţirea microfilmelor". Se mai plângea şi din pricina prea multor cărţi. Fără o „înfrânare autoimpusă", avertiza el, „supraproducţia de cărţi va conduce la o stare de enervare şi epuizare intelectuală, greu de deosebit de o masivă ignoranţă". Reţinerile nu au fost impuse. Titlurile au continuat să se multiplice. Cărţile despre supraabundenţa informaţională ies din cornul abundenţei; niciun dram de ironie intenţionată atunci când distribuitorul de carte online Amazon.com transmite mesaje de genul: „Începeţi să citiţi Data Smog pe Kindle în mai puţin de un minut" şi „Surpinde-mă! Vezi o pagină la întâmplare din această carte".

Tehnologiile electronice de comunicare au sosit extrem de repede, aproape fără avertisment. Cuvântul e-mail a apărut de sub tipar (în măsura în care poate stabili OED) în 1982, în revista *Computerworld*, care abia dacă auzise referiri la el: „ADR/E-mail se spune că este uşor de utilizat şi prezintă verbe englezeşti simple, afişându-le prompt pe ecran". În anul următor, revista *Infosystems* declara: „E-mailul promovează mişcarea informaţiei în spaţiu". Şi peste încă un an – dar cu un întreg deceniu înainte ca majoritatea oamenilor să fi auzit cuvântul – un informatician suedez, pe nume Jacob Palme, de la QZ Computer Center din Stockholm –, a emis un avertisment vizionar – la fel de simplu, de exact şi de profund ca şi toate celelalte care i-au succedat în deceniile următoare. Palme a început astfel:

> Sistemul de poştă electronică poate, dacă este utilizat de multă lume, să cauzeze grave probleme de supraîncărcare informaţională. Cauza acestei probleme este faptul că este uşor de transmis un mesaj către un foarte mare număr de oameni şi că sistemele sunt frecvent proiectate să acorde expeditorului un prea mare control asupra procesului de comunicare şi receptorului prea puţin control. . . .
>
> Oamenii primesc prea multe mesaje, pe care nu au timp să le citească. Aceasta mai înseamnă că mesajele cu adevărat importante sunt greu de găsit într-un mare flux de mesaje mai puţin importante.
>
> Pe viitor, când vom avea sisteme de mesagerie tot mai mari, iar aceste sisteme vor fi din ce în ce mai interconectate, aceasta va fi o problemă pentru aproape toţi utilizatorii acestor sisteme.[18]

El avea statistici din reţeaua sa locală: mesajul mediu avea nevoie de 2 minute şi 36 de secunde pentru a fi scris şi numai 28 de secunde pentru a fi citit. Ceea ce ar fi fost în regulă, cu excepţia faptului că lumea putea să transmită atât de uşor multe copii ale aceluiaşi mesaj.

Atunci când psihologii sau sociologii încearcă să studieze supraîncărcarea informațională cu metodele disciplinelor lor, obțin rezultate amestecate. Încă din 1963, doi psihologi s-au apucat să cuantifice efectele informației excedentare asupra procesului de diagnoză clinică. După cum se așteptau, au descoperit că „prea multă informație" – deloc ușor de definit, au admis ei – tulbură adesea judecata. Ei și-au intitulat lucrarea „Știe vreodată cineva prea mult?" și, cumva glumeț, au prezentat o listă de titluri alternative, ca bonus: „Niciodată atât de mulți nu au făcut atât de puțin"; „Obțineți acum mai mult, dar anticipând mai puțin?"; și „Prea multă informație este ceva periculos".[19] Alții au încercat să măsoare efectele încărcării informaționale asupra tensiunii arteriale, ritmului cardiac și respirator.

Un cercetător în domeniu era Siegfried Streufert, care a arătat, într-o serie de articole din anii 1960, că relația dintre încărcătura informațională și manipularea informației se prezintă în mod tipic de forma unui „U răsturnat"; mai multă informație ajută la început, apoi din ce în ce mai puțin și devine, ulterior, dăunătoare. Unul dintre studiile sale a luat 185 de studenți (toți bărbați) și le-a cerut să joace rolul unor comandanți care iau decizii într-un exercițiu tactic. Li s-a spus:

> Informațiile pe care le primiți sunt pregătite pentru voi la fel cum ar fi prezentate unor comandanți adevărați de către o echipă de ofițeri de informații. . . . Puteți ordona acestor ofițeri de informații să sporească ori să diminueze cantitatea de informații pe care vi-o prezintă. . . . Vă rugăm să evaluați preferința voastră. Aș prefera să:
>
> primesc mult mai multe informații
> primesc ceva mai multe informații
> primesc cam aceeași cantitate de informații
> primesc ceva mai puține informații
> primesc mult mai puține informații.

Indiferent de ceea ce au ales, preferințele lor au fost ignorate. Experimentatorul, nu subiecții, a predeterminat cantitatea de informații. Din datele colectate, Streufert a ajuns la concluzia că încărcăturile informaționale „superoptime" au condus la performanțe slabe, „și totuși, trebuie notat faptul că și la încărcături informaționale optime în cel mai înalt grad (respectiv, 25 de mesaje în decurs de 30 de minute), subiecții continuă să solicite niveluri sporite de informații".[20]

Ulterior, el a folosit o metodologie similară în studiul efectelor excesului de cafea.

Prin anii 1980, cercetătorii vorbeau cu încredere despre „paradigma încărcăturii informaționale". Era o paradigmă bazată pe un truism: că oamenii pot „să absoarbă" ori „să proceseze" numai o cantitate limitată de informație.[21] Diferiți cercetători au constatat că suprasaturația cauzează nu numai confuzie și frustrare, ci și tulburări de vedere și lipsă de onestitate. Experimentele însele aveau de procesat un spectru larg de informații: măsurători ale lărgimii memoriei; idei privind capacitatea canalului, preluate de la Shannon; și variațiuni pe tema raportului dintre semnal și zgomot. O abordare comună, deși dubioasă a cercetării era introspecția directă. Un mic proiect din 1998 a adunat într-o „comunitate" absolvenți de colegiu în biblioteconomie și știința informației de la Universitatea din Illinois; toți au fost de acord, când au fost întrebați, că sufereau de supraîncărcare informațională, din pricina „e-mailurilor, a întrunirilor, a listelor de adrese și a testelor de stabilire a priorităților".[22] Mulți simțeau că un exces de informații le afecta deopotrivă timpul liber și programul de lucru. Unii au raportat dureri de cap. Concluzia preliminară: supraîncărcarea informațională este reală; de asemenea, este deopotrivă o „frază codificată" și un mit. Cercetarea poate numai să exploreze mai departe.

Ideea că trebuie să gândim informația ca pe o povară este derutantă, după cum spune Charles Bennett. „Plătim ca să ni se aducă ziarele, nu ca să ni se ia."[23] Însă termodinamica procesului de calcul arată că ziarele de ieri ocupă un spațiu de care demonul lui Maxwell are nevoie pentru lucrul mecanic de astăzi, iar experiența modernă ne învață același lucru. Uitarea obișnuia să fie un eșec, o risipă, un semn de senilitate. Acum, cere efort. Poate să fie la fel de importantă ca și reamintirea.

Faptele erau odinioară scumpe; acum, sunt ieftine. Cândva, lumea s-ar fi întors către paginile din *Whitaker's Almanach*, publicat anual în Britania, sau către cele din *World Almanach*, din Statele Unite, ca să afle numele și datele monarhilor și președinților, tabele de vacanță și maree, suprafața și populația unor țări îndepărtate sau navele și comandanții din cadrul flotei. În lipsa almanahului sau fiind în căutarea unui fapt și mai obscur, puteau să se adreseze unei persoane cu experiență din spatele unui birou de la o bibliotecă publică. Atunci când George Bernard Shaw a avut nevoie de localizarea celui mai apropiat crematoriu – soția lui era pe moarte –, a deschis almanahul și a fost contrariat. „Tocmai am găsit o uimitoare omisiune în Whitaker", a scris el către editor. „Întrucât informația dorită este tocmai ceea ce caută cineva în inestimabilul dumneavoastră almanah, îmi permit să vă sugerez că o listă a celor 58 de crematorii care funcționează acum în țară, precum și instrucțiuni privind ceea ce trebuie făcut ar fi o adăugire foarte dezirabilă." Scrisoarea lui este amară. El nu pomenește nimic despre soția lui – ci numai „un caz de boală gravă" – și se referă la sine ca la „un căutător îndoliat".[24] Shaw avea o adresă

de telegraf și un telefon, dar considera de la sine înțeles că faptele trebuie găsite sub formă tipărită.

Pentru mulți, telefonul începuse deja să extindă aria accesibilă iscoditorilor. Oamenii din secolul XX și-au dat seama că puteau să afle instantaneu scorurile întrecerilor sportive la care nu asistaseră; așa că mulți au venit cu ideea de a telefona la ziare, încât *The New York Times* s-a văzut nevoit să publice o notificare pe prima pagină, implorând cititorii să înceteze: „Nu mai cereți la telefon scorurile din campionatul mondial".[25] Acum, informația „în timp real" se consideră un drept din naștere.

Ce faceți când, în sfârșit, aveți totul? În 1990, Daniel Dennett și-a imaginat, chiar înainte ca internetul să facă posibil acest vis, că rețelele electronice ar putea să răstoarne economia publicării de poezie. În locul unor cărți delicate, articole elegante de specialitate, vândute cunoscătorilor, ce-ar fi dacă poeții ar putea să publice online, ajungând instantaneu nu la sute, ci la milioane de cititori, nu pentru zeci dolari, ci pentru fracțiuni de penny? În același an, editorul Sir Charles Chadwyck-Healey a conceput baza de date a textelor complete de poezie engleză pe când se plimba într-o zi prin British Library și, peste patru ani, o și realizase – nu prezentul sau viitorul poeziei, ci trecutul ei și, la început, nu online, ci pe patru compact-discuri, 165 000 de poezii de 1 250 de poeți, pe durata a treisprezece secole, la prețul de 51 000 de dolari. Cititorii și criticii trebuiau să vadă ce să facă cu ele. Nu să le citească, desigur, așa cum ar fi citit o carte. Să citească în ele, poate. Să caute în ele un cuvânt, un epigraf sau un fragment amintit pe jumătate.

Recenzând baza de date pentru *The New Yorker*, Anthony Lane s-a descoperit pe sine trecând de la exaltare la mâhnire și viceversa. „Te apleci ca un pianist deasupra clapelor", a scris

GRAME COPII Ș

el, „știind ce te așteaptă, gândind Ah! bogăția nespusă a literaturii engleze! Ce bijuterii ascunse voi dezgropa din cele mai adânci mine ale fanteziei omenești!" Urmează apoi textele în limbi amestecate, jegurile, potopul de rime bombastice și de mediocritate. Masa absolut dezordonată începe să te dărâme. Numai că Lane nu sună câtuși de puțin plat. „Ce îngrămădeală aburindă", strigă el și se amuză. „N-am văzut în viața mea un atât de splendid omagiu adus puterilor incompetenței omenești – și, în același timp, binecuvântatei uitări omenești." Unde în altă parte ar fi dat el de complet uitatul Thomas Freeman (nu pe Wikipedia) și adorabilul său cuplet autoreferențial:

> U, huu, io crez c-auz cum țipă cetitoru meu,
> și iote-o rimă nașpa: cetitoru mi-s chiar eu.*

CD-ROM-urile sunt deja învechite. Toată poezia engleză se găsește acum pe rețea – sau dacă nu toată, cu aproximație, iar dacă nu acum, atunci curând.

Trecutul se pliază ca un acordeon în prezent. Diferitele canale media au orizonturi temporale diferite – pentru cuvântul scris, trei milenii; pentru sunetul înregistrat, un secol și jumătate –", iar în cadrele lor temporale, vechiul devine la fel de accesibil ca și noul. Ziare îngălbenite revin la viață. Sub titluri precum „Acum 50 de ani" și „Acum 100 de ani", publicații veterane își reciclează arhivele: rețete, tehnici ale jocului de cărți, știință, bârfe, cândva nepublicate și acum gata de a fi folosite. Casele de discuri scotocesc prin podurile lor ca să lanseze, ori să relanseze, fiecare fragment muzical, raritați, fețe

---

* În original: *Whoop, whoop, me thinkes I heare my Reader cry / Here is rime doggrell: I confess it I* (n.t.).

B şi discuri pirat. Pentru o anumită vreme, colecţionarii, cărturarii sau fanii posedau cărţile şi discurile lor. Exista o linie de demarcaţie între ceea ce aveau şi ceea ce nu aveau. Pentru unii, muzica sau cărţile sau casetele video aflate în posesia lor au devenit parte din ceea ce erau. Linia dispare. Cele mai multe dintre piesele lui Sofocle s-au pierdut, însă cele care au supravieţuit sunt accesibile printr-o atingere de buton. Cea mai mare parte din muzica lui Bach îi era necunoscută lui Beethoven; noi o avem pe toată – partite, cantate şi tonuri de apel [pe telefonul mobil]. Ne vine instantaneu sau cu viteza luminii. Este un simptom de omniscienţă. Este ceea ce criticul Alex Ross numeşte „Infinite Playlist" şi el vede cât de amestecată este binecuvântarea: „anxietate în loc de împlinire, un ciclu adictiv de sete şi indispoziţie. De îndată ce începe o anumită experienţă, gândul la ceea ce mai este de încercat se insinuează iritant". Jena celor bogaţi. Un alt memento că informaţia nu este cunoaştere, iar cunoaşterea nu este înţelepciune.

Au apărut strategii de acomodare. Sunt multe, dar, în esenţă, toate se reduc la două: filtrare şi căutare. Consumatorul hărţuit de informaţii recurge la filtre ca să separe metalul de zgură; filtrele includ bloguri şi redistribuitoare ale apelurilor pe telefonul mobil – alegerea ridică probleme de încredere şi de gust. Nevoia de filtre se strecoară în orice experiment mintal privind minunile informaţiei abundente. Atunci când Dennett şi-a imaginat Reţeaua sa de Poezie Completă, el a văzut problema. „Contraipoteza evidentă se naşte din memetica populaţiei", a spus el. „Dacă s-ar stabili o astfel de reţea, niciun iubitor de poezie nu va dori să înoate căznit prin mii de fişiere electronice pline de poezie proastă, în căutare de poezii bune." Ar fi nevoie de filtre – editori şi critici. „Ei prosperă din cauza

ofertei reduse şi a capacităţii limitate a minţilor, indiferent de canalele media de transmisie între minţi."[27] Acolo unde informaţia este ieftină, atenţia devine scumpă.

Din acelaşi motiv, mecanismele de căutare – motoare, în ciberspaţiu – găsesc ace în care cu fân. De-acum, am învăţat că nu e suficient ca informaţia să existe. La origine, un „fişier" era – în Anglia secolului al XVI-lea – un fir pe care puteau fi înnodate bileţele, facturi, note şi scrisori pentru păstrare şi referinţă. Au urmat dosarele, sertarele cu dosare şi dulapurile cu dosare; apoi, omonimele lor electronice; şi inevitabila ironie. Odată ce o informaţie este fişată, statistic este improbabil să mai cadă vreodată sub privirea cuiva. Încă din 1847, Augustus De Morgan, prietenul lui Babbage, ştia acest lucru. Pentru orice carte aleasă la întâmplare, a spus el, o bibliotecă nu era mai bună decât un depozit de vechituri. „Luaţi biblioteca de la British Museum, de exemplu, atât de valoroasă, de utilă şi de accesibilă: ce şanse are o lucrare de a fi cunoscută ca fiind acolo, doar pentru că este acolo? Dacă este dorită, poate fi cerută; dar pentru a fi dorită, trebuie să fie cunoscută. Nimeni nu poate scotoci prin bibliotecă."[28]

Prea multă informaţie şi atât de mult din ea pierdută. Un site de pe internet neindexat se află în acelaşi prag al iadului ca şi o bibliotecă fără rafturi. Acesta este motivul pentru care companii de succes şi atât de puternice din economia informaţiei se bazează pe filtrare şi căutare. Chiar şi Wikipedia este o combinaţie a celor două: căutare puternică, în principal asigurată de Google, şi un vast filtru cooperativ, străduindu-se să adune faptele reale şi să le elimine pe cele false. Căutarea şi filtrarea sunt singurele care stau între această lume şi Biblioteca din Babel.

În întrupările lor pe computer, aceste strategii par noi. Dar nu sunt. De fapt, o parte considerabilă a trusei de scule a

tipăriturilor – luate acum ca de la sine înțelese, invizibile ca un tapet vechi – a evoluat ca răspuns direct la supraabundența de informații. Ele sunt mecanisme de selecție și sortare; indexuri alfabetice, recenzii, scheme de aranjare pe rafturi și cataloage, enciclopedii, arheologii și publicații informative, volume de citate, acorduri și gazetari. Atunci când Robert Burton a vorbit despre toate acele „știri proaspete în fiecare zi", despre „noi paradoxuri, opinii, schisme, erezii, controverse în filosofie, religie etc.", era pentru a justifica marele proiect al vieții sale, *Anatomia melancoliei*, un compendiu incoerent al întregii cunoașteri anterioare. Cu patru secole mai devreme, călugărul dominican Vincent de Beauvais a încercat să elaboreze propria sa versiune a tot ceea se știa, creând una dintre primele enciclopedii medievale, *Speculum Maius, Marea oglindă* – manuscrisele sale organizate în optzeci de cărți, 9 885 de capitole. „Mulțimea cărților, scurtimea timpului și natura alunecoasă a memoriei nu permit ca toate lucrurile scrise să fie în egală măsură păstrate în minte."[29] Ann Blair, specialistă în istorie, la Harvard, o spune simplu: „Percepția unei supraabundențe de cărți a stimulat producerea și mai multor cărți".[30] În felul lor, de asemenea, științele naturale precum botanica au dat un răspuns supraîncărcării informaționale. Explozia speciilor recunoscute (și a denumirilor lor) din secolul al XVI-lea solicita noi rutine de descriere standardizată. Au apărut enciclopedii botanice, cu glosare și indexuri. Brian Ogilvie vede istoria botaniștilor din Renaștere ca fiind „impulsionată de nevoia de a stăpâni supraîncărcarea informațională pe care fără voie ei au produs-o". Ei au creat o „*confusio rerum*", spune el, „însoțită de o *confusio verborum*".[31] O masă confuză de lucruri noi; confuzie de cuvinte. Istoria naturală s-a născut ca să canalizeze informațiile.

Atunci când noi tehnologii ale informației modifică peisajul existent, ele provoacă rupturi: noi canale și noi baraje, ce modifică traseele de irigații și de transport. Echilibrul dintre creatori și consumatori este dat peste cap: scriitori și cititori, vorbitori și ascultători. Forțele pieței sunt derutate; informația poate să pară prea ieftină și prea scumpă în același timp. Vechile moduri de organizare a cunoașterii nu mai funcționează. Cine va căuta? Cine va filtra? Ruptura hrănește speranța amestecată cu teamă. În primele zile ale radioului, Bertold Brecht, plin de speranță, temător și realmente obsedat, și-a exprimat sentimentele aforistic: „Un om care are ceva de spus și nu găsește ascultători e într-o situație proastă. Încă și mai proastă este situația ascultătorilor care nu pot găsi pe nimeni care să aibă ceva să le spună".[32] Calculul se schimbă mereu. Întrebați-i pe bloggeri și pe tweeteri: Ce este mai rău, prea multe guri sau prea multe urechi?

Epilog

(REÎNTOARCEREA SENSULUI)

Era inevitabil ca sensul să-şi croiască în forţă calea de întoarcere.[1]
– Jean-Pierre Dupuy (2000)

Epuizarea, suprasaturaţia, presiunea informaţiei – toate s-au mai văzut şi odinioară. Să-i dăm credit lui Marshall McLuhan pentru această intuiţie – cea mai esenţială a lui – din 1962:

> Noi am înaintat până astăzi în era electrică tot atât pe cât elisabetanii avansaseră în era tipografică şi mecanică. Şi trăim experienţa aceloraşi confuzii şi indecizii pe care le-au simţit ei pe când trăiau simultan în două forme contrastante de societate şi de experienţă.[2]

Dar pe cât se aseamănă, aceste timpuri sunt diferite. Noi am parcurs deja o jumătate de secol şi putem începe să vedem cât de vastă este scara şi cât de puternice sunt efectele conectivităţii.

Încă o dată, la fel ca în primele zile ale telegrafului, vorbim despre anihilarea spaţiului şi a timpului. Pentru McLuhan, aceasta era o premisă necesară pentru crearea unei conştiinţe globale – *cunoaşterea* globală. „Astăzi", a scris el, „am extins sistemul nostru nervos central la scară globală, abolind atât spaţiul, cât şi timpul în ceea ce priveşte planeta noastră. Rapid, ne apropiem de faza finală a extensiunii omului – simularea

tehnologică a conștiinței, când procesul creator de cunoaștere va fi în mod colectiv și corporatist extins la întregul societății umane".[3] Walt Whitman o spusese mai bine acum un secol:

> Ce șoapte sunt aceste țări, alergând înainte-ți, trecând pe sub mări?
> Comunică toate națiunile? e pe cale să fie doar o inimă a globului?[4]

Conectarea prin fir a lumii, apoi răspândirea masivă a comunicațiilor fără fir au inițiat speculația romantică despre nașterea unui nou organism global. Chiar în secolul al XIX-lea, mistici și teologi au început să vorbească despre o minte împărtășită sau o conștiință colectivă, formată prin colaborarea a milioane de oameni aflați în relație de comunicare unul cu celălalt.[5]

Unii au mers atât de departe încât să vadă această nouă creatură ca pe un produs natural al evoluției continue – un mod prin care oamenii să-și împlinească destinul lor aparte, după ce egourile lor fuseseră strivite de darwinism. „Devine absolut necesar", a scris filosoful francez Édouard Le Roy în 1928, „să plasăm [omul] deasupra planului inferior al naturii, într-o poziție care îl face capabil să o domine". Cum? Creând „noosfera" – sfera minții – o „mutație" climatică în istoria evoluției.[6] Prietenul său, filosoful iezuit Pierre Teilhard de Chardin, a făcut chiar mai mult pentru promovarea noosferei, pe care el a numit-o o „nouă piele" a pământului:

> Nu pare ca și cum un mare corp este pe cale de a se naște – cu mădularele sale, cu sistemul său nervos, centrii săi perceptivi, memoria sa – chiar corpul al acelui mare ceva ce va să vină, spre a împlini aspirațiile care s-au născut în ființa reflexivă odată cu recent

dobândita conştiinţă a interdependenţei sale cu, şi a responsabilităţii sale pentru un întreg aflat în evoluţie?[7]

Suna bombastic chiar şi în limba franceză, iar spiritele mai puţin mistice au considerat-o drept o frază sforăitoare („nonsens, împănat cu o varietate de îngâmfări metafizice răsuflate"[8], a fost judecata lui Peter Medawar), dar mulţi oameni testau aceeaşi idee, nu cei din urmă fiind scriitorii de science-fiction.[9] Peste jumătate de secol, pionierii internetului au agreat şi ei această idee.

H.G. Wells a fost cunoscut pentru cărţile sale de science-fiction, dar, în calitate de hotărât critic social, a publicat în 1938 o cărticică, spre sfârşitul vieţii, cu titlul *World Brain Creierul Lumii*. Nu era nimic fantezist în ideea pe care el voia să o promoveze: un sistem educaţional perfecţionat în întregul „corp" al umanităţii. Afară cu harababura de feude locale: „numeroşii noştri ganglioni necoordonaţi, amestecul neputincios de universităţi, institute de cercetare, literaturi teziste". Să intre „o Opinie Publică recondiţionată şi mult mai puternică".[10] Creierul Lumii ar conduce globul. „Nu vrem dictatori, nu vrem partide oligarhice sau clase conducătoare, dorim o larg răspândită inteligenţă mondială conştientă de sine." Wells credea că o nouă tehnologie era capabilă să revoluţioneze producţia şi distribuţia de informaţie: microfilmul. Imagini minuscule ale materialelor tipărite puteau fi realizate pentru mai puţin de un penny pagina, şi bibliotecarii din Europa şi din Statele Unite s-au reunit la Paris, în 1937, să discute posibilităţile în cadrul unui Congres Mondial al Documentării Universale. Şi-au dat seama că erau necesare noi modalităţi de indexare a literaturii. British Museum a iniţiat un program de microfilmare a patru mii dintre cărţile sale cele mai vechi. Wells a emis următoarea previziune: „În câţiva ani, vor exista

mii de oameni care să lucreze în domeniul ordonării şi al sistematizării cunoaşterii pentru fiecare unul care există astăzi".[11] El a recunoscut că dorea să fie controversat şi provocator. Participând el însuşi la congres din partea Angliei, a prevăzut „un fel de creier al umanităţii, un cortex cerebral care va constitui o memorie şi o percepţie a realităţii curente pentru întreaga rasă umană".[12] Totuşi, el îşi imagina ceva mundan, tot atât pe cât era de utopic: o enciclopedie. Ar fi succesoarea marilor enciclopedii naţionale – enciclopedia franceză a lui Diderot, *Britannica*, germanul *Konversations-Lexikon* (nu a menţionat cele *Patru mari cărţi ale cântecului* din China) – care stabilizaseră şi echipaseră „inteligenţa generală".

Această nouă enciclopedie mondială ar transcende forma statică a cărţii, tipărită în volume, a spus Wells. Sub direcţia unui personal profesional competent („oameni foarte importanţi şi distinşi din noua lume"), ar fi într-o stare de permanentă schimbare – „un fel de casă mentală de schimb valutar în domeniul spiritului, un depozit în care cunoştinţe şi idei sunt primite, sortate, rezumate, prezentate succint, clarificate şi comparate". Cine ştie dacă Wells şi-ar recunoaşte viziunea în Wikipedia? Tumultul ideilor aflate în competiţie nu avea ce să caute în ea. Creierul Lumii urma să fie autoritar, dar nu centralizat.

> Nu este nevoie să fie vulnerabil ca un cap de om sau aşa cum este vulnerabilă o inimă omenească. Poate fi reprodus exact şi integral, în Peru, China, Islanda, Africa Centrală. . . Poate să aibă simultan concentrarea unui animal craniat şi vitalitatea difuză a unei amoebe.

În această privinţă, a spus el, „ar putea să aibă forma unei reţele".

Nu cantitatea de cunoştinţe face un creier. Nici măcar distribuţia cunoştinţelor. Este interconectivitatea. Atunci când Wells a folosit cuvântul *reţea* – un cuvânt la care ţinea foarte mult –, a reţinut sensul lui originar, fizic, aşa cum ar fi făcut-o oricine pe vremea lui. El vizualiza fire sau sârme întreţesute. „O reţea de tulpini, minunat înnodate şi răsucite, născând frunzuliţe şi flori"; „o reţea complicată de sârme şi cabluri".[13] Pentru noi, acel sens este aproape pierdut; o reţea este un obiect abstract, iar domeniul său este informaţia.

Naşterea teoriei informaţiei a venit cu nemilosul ei sacrificiu al semnificaţiei – tocmai calitatea care îi dă valoarea şi scopul. Introducând *Teoria matematică a comunicării*, Shannon a trebuit să fie brutal. El a declarat cu simplitate că sensul este „irelevant problemei inginereşti". Să uităm de psihologia umană; să abandonăm subiectivitatea.

Ştia că va întâmpina rezistenţă. Cu greu putea să nege că mesajele pot să aibă semnificaţie, „adică ele se referă la, ori sunt corelate, conform unui sistem, cu anumite entităţi fizice sau conceptuale". (Probabil un „sistem cu anumite entităţi fizice sau conceptuale" ar fi lumea şi locuitorii săi, împărăţia, puterea şi gloria, amin.) Pentru unii, era prea rece. Heinz von Foerster s-a plâns, la una dintre primele conferinţe de cibernetică, de faptul că teoria informaţiei se referea doar la „bip bipuri", spunând că numai când începe înţelegerea, în creierul omenesc, *„atunci* se naşte informaţia – ea nu se află în bipuri".[14] Alţii visau să extindă teoria informaţiei cu o contraparte semantică. Semnificaţia, ca întotdeauna, rămânea greu de fixat. „Cunosc o regiune sălbatică", a scris Borges despre Biblioteca din Babel, „ai cărei bibliotecari repudiază obiceiul van şi superstiţios de a găsi un sens în cărţi şi îl pun pe acelaşi

plan cu descoperirea unui sens în vise ori în liniile haotice din palma cuiva".[15]

Epistemologilor le păsa de cunoaştere, nu de bipuri şi semnale. Nimeni nu s-ar fi deranjat să alcătuiască o filosofie a punctelor şi liniuţelor, a vălătucilor de fum sau a impulsurilor electrice. E nevoie de un om – sau, să spunem, de un „agent cognitiv" – care să preia un semnal şi să-l transforme în informaţie. „Frumuseţea se află în ochiul privitorului, iar informaţia în capul receptorului", spune Fred Dretske. În orice caz, este o perspectivă comună, în epistemologie, că „noi *învestim* stimulii cu semnificaţie şi, în afara acestei învestiri, ei sunt goliţi de informaţie".[16] Dar Dretske argumentează că deosebirea dintre informaţie şi semnificaţie poate să-l elibereze pe filosof. Inginerii au furnizat o oportunitate şi o provocare: să înţelegem cum poate să evolueze semnificaţia: cum viaţa, manipulând şi codificând informaţii, progresează până la interpretare, credinţă şi cunoaştere.

Şi totuşi, cine s-ar putea îndrăgosti de o teorie care acordă afirmaţiilor false tot atâta valoare ca şi afirmaţiilor adevărate (cel puţin, în termenii cantităţii de informaţie)? Era o viziune mecanicistă. Era deshidratată. Un pesimist, privind în urmă, ar putea să o numească vestitoarea unui internet lipsit de suflet, în cea mai rea ipostază. „Cu cât «comunicăm» în felul în care o facem, cu atât mai mult creăm o lume *de iad*", a scris filosoful parizian – totodată şi istoric al ciberneticii – Jean-Pierre Dupuy.

> Iau „iadul" în sensul său teologic, adică un loc golit de *graţie* – neprevăzutul nemeritat, nenecesar, surprinzător, neprevăzut. Aici lucrează un paradox: ne aparţine o lume despre care pretindem că avem din ce în ce mai multe *informaţii*, dar care ni se pare tot mai golită de sens.[17]

Oare acea lume de iad, pustiită de grație a sosit? O lume de suprasaturație și lăcomie de informații; de oglinzi strâmbe și texte contrafăcute; bloguri obscene, bigotism anonim, mesaje banale. Flecăreală neîntreruptă. Falsul gonind adevărul.

Nu este lumea pe care o văd eu.

S-a crezut odinioară că un limbaj perfect ar trebui să instituie o corespondență exactă de unu-la-unu între cuvinte și semnificațiile lor. Ar trebui să nu existe nicio ambiguitate, nicio imprecizie, nicio confuzie. Babelul nostru pământesc este o cădere față de vorbirea pierdută a Raiului: o catastrofă și o pedeapsă. „Îmi închipui", scrie romancierul Dexter Palmer, „că intrările dicționarului care zace pe masa din biroul lui Dumnezeu trebuie să aibă niște corespondențe de unu-la-unu între cuvinte și definițiile lor, astfel încât, atunci când Dumnezeu le dă directive îngerilor săi, ele sunt complet lipsite de ambiguitate. Fiecare propoziție pe care El o rostește sau o scrie trebuie să fie perfectă și, ca atare, un miracol".[18] Acum știm mai bine. Cu sau fără Dumnezeu, nu există limbaj perfect.

Leibniz a gândit că, dacă limbajul natural nu poate fi perfect, cel puțin calculul ar putea să fie: un limbaj de simboluri desemnate riguros. „Toate gândurile omenești ar putea fi pe deplin rezolvabile într-un mic număr de idei considerate primitive." Acestea ar putea apoi să fie combinate și disecate mecanic, ca atare. „Odată făcut acest lucru, oricine utilizează astfel de caractere fie nu va comite niciodată erori, fie, cel puțin, ar avea posibilitatea de a-și recunoaște imediat greșelile, utilizând cele mai simple teste."[19] Gödel a pus capăt acestui vis.

Dimpotrivă, ideea de perfecțiune este contrară naturii limbajului. Teoria informației ne-a ajutat să înțelegem acest lucru – sau, dacă sunteți pesimiști, ne-a forțat să-l înțelegem. „Suntem nevoiți să vedem", continuă Palmer,

că termenii nu sunt ei înşişi idei, ci numai şiruri de dâre de cerneală; vedem că sunetele nu sunt nimic mai mult decât nişte unde. Într-o epocă modernă, fără un Autor privindu-ne din ceruri, limbajul nu este un lucru cu o certitudine definită, ci de o infinită posibilitate; fără iluzia confortabilă a ordinii pline de sens, nu avem de ales decât să privim în faţă o dezordine fără sens; fără sentimentul că sensul poate fi cert, suntem copleşiţi de toate lucrurile care *ar putea* fi semnificate de cuvinte.

Infinita posibilitate este bună, nu rea. Dezordinea fără sens trebuie să fie înfruntată, nu temută. Limbajul cartografiază o nelimitată lume de obiecte, senzaţii şi combinaţii asupra unui spaţiu finit. Lumea se schimbă, amestecând mereu staticul şi efemerul, iar noi ştim că limbajul se schimbă, nu numai de la o ediţie la alta a *Oxford English Dictionary*, ci de la un moment la următorul şi de la o persoană la alta. Limbajul fiecăruia este diferit. Putem fi copleşiţi sau putem fi încurajaţi.

Din ce în ce mai mult, lexiconul se găseşte acum în reţea – conservat, chiar dacă se schimbă; accesibil şi investigabil. Tot astfel, cunoaşterea umană este absorbită în reţea, se topeşte în nor. Web site-urile, blogurile, motoarele de căutare şi enciclopediile, analiştii legendelor urbane şi contestatarii analiştilor. Pretutindeni, adevărul îşi freacă umerii de fals. Nicio formă de comunicare digitală nu şi-a atras mai multe ironii decât serviciul cunoscut drept Twitter – fleacuri împachetate în celofan, forţând banalitatea prin limitarea tuturor mesajelor la 140 de caractere. Caricaturistul Garry Trudeau a satirizat un ziarist de ştiri care cu greu îşi putea ridica privirea de pe Twitter ca să culeagă ceva ştiri. Apoi, însă, mesaje pe Twitter ale unor martori oculari au furnizat informaţii de urgenţă şi consolare în timpul atacurilor teroriste de la Mumbai din 2008 şi încăr-

cările de pe Twitter de la Teheran au făcut ca protestele iranienilor să fie vizibile pentru întreaga lume în 2009. Aforismul este o formă cu o istorie onorabilă. Eu însumi rareori folosesc Twitter, însă chiar și acest medium ciudat, microblogând atât de capricios și de limitat, are farmecul și foloasele sale. În 2010, Margaret Atwood, o maestră a formelor mai lungi, a spus că a fost „absorbită în twittosferă precum Alice în vizuina de iepure".

> Semnalizează, ca telegraful? Este poezie zen? Sunt bancuri mâzgălite pe pereții de la toaletă? Este John inimioară Mary scrijelit pe un copac? Să spunem că e doar comunicare, iar comunicarea este ceva ce oamenii fac cu plăcere.[20]

La scurt timp după aceea, Biblioteca Congresului, fondată să colecționeze orice carte, a decis să păstreze, de asemenea, și fiecare tweet. Posibil nedemne și probabil redundante, însă nu se știe niciodată. Este comunicare umană.

Și rețeaua a învățat câteva lucruri pe care niciun individ nu le-ar fi putut ști vreodată.

Ea identifică CD-urile cu înregistrări muzicale cercetând duratele pieselor individuale de pe ele și consultând o vastă bază de date, formată prin acumulare de-a lungul anilor, datorită contribuțiilor împărtășite ale unor milioane de utilizatori anonimi. În 2007, această bază de date a scos la iveală ceva ce scăpase unor distinși critici și ascultători: anume că peste o sută de înregistrări lansate de către fostul pianist englez Joyce Hatto – muzică de Chopin, Beethoven, Mozart, Liszt și alții – erau, de fapt, interpretări furate de la alți pianiști. MIT a stabilit un Centru de Inteligență Colectivă, destinat să descopere înțelepciunea de grup și să o „valorifice". Rămâne dificil de știut când și cât merită să avem încredere în înțelepciunea

mulțimilor – titlul unei cărți din 2004 a lui James Surowiecki –, spre a se deosebi de *nebunia mulțimilor*, istorisită în 1841 de către Charles Mackay, care declara că oamenii „înnebunesc în turmă, pe când mințile și le recapătă încet și unul câte unul".[21] Mulțimile se transformă mult prea repede în gloate, cu la timpul lor onoratele manifestări: manii, himere, linșaj, adunări spontane, cruciade, isterie în masă, spirit de turmă, marșuri paramilitare, conformism, gândire în grup – toate potențial amplificate de efectele de rețea și studiate la capitolul cascade informaționale. Judecata colectivă deține posibilități atractive; autoînșelarea colectivă și răul colectiv au deja o istorie cataclismică. Însă cunoașterea din rețea este diferită de luarea deciziilor în grup, bazată pe copiere și imitație de papagal. Ea pare să se dezvolte prin concreștere; poate să dea greutate deplină excentricităților și excepțiilor; provocarea constă în a le recunoaște și de a avea acces la ele. În 2008, Google a creat un sistem de avertizare timpurie asupra pericolelor regionale de gripă, bazat pe date nu mai sigure decât incidența căutărilor pe web ale cuvântului *gripă*; se pare că sistemul a descoperit izbucnirea epidemiilor cu o săptămână mai devreme decât Centrele de Control și Prevenție a Bolilor. Aceasta a fost metoda Google: ea a abordat dificile probleme clasice ale inteligenței artificiale – traducerea automată și recunoașterea vocii – nu apelând la experți umani, nu cu dicționare și lingviști, ci cu ajutorul excavării vorace de date din trilioane de cuvinte în peste trei sute de limbi. Sub acest aspect, abordarea sa inițială a căutării pe internet s-a bazat pe valorificarea cunoașterii colective.

Iată cum arăta starea căutării în 1994. Nicholson Baker – în ultimul deceniu obsedat de Wikipedia; pe atunci apărătorul numărul unu din lume al conservării cartotecilor, a ziarelor vechi și a altor hârțoage aparent demodate – s-a așezat la un

terminal dintr-o bibliotecă de la Universitatea din California și a tastat CAUTĂ SU[BIECTUL] CENZURĂ. A primit un mesaj de eroare,

> CĂUTARE PRELUNGITĂ: Ceea ce căutați sunt unul sau mai multe cuvinte foarte comune, una care va genera peste 800 de titluri, a căror inventariere consumă mult timp.

și un ghiont:

> Căutările prelungite încetinesc sistemul pentru toată lumea din catalog și adeseori nu dau rezultate utile. Vă rugăm să tastați HELP sau să solicitați asistența unui bibliotecar.[22]

Totul cât se poate de tipic. Baker stăpânea sintaxa necesară pentru căutări booleene cu complexe de ȘI-uri, de SAU-uri și de NON-uri, de mic ajutor. A citat cercetări privind oboseala de ecran, eșec de căutare și supraîncărcare informațională și a admirat o teorie potrivit căreia cataloagele electronice „dirijau, de fapt, o «condiționare operațională de prevenire» împotriva căutării online.

Iată cum arăta starea căutării peste doi ani, în 1996. Volumul de trafic pe internet crescuse de zece ori în fiecare an, de la 20 de terabyți lunar la scară mondială în 1994 la 200 de terabyți lunar în 1995 și la 2 petabyți în 1996. Inginerii de software care lucrau în laboratorul de cercetare din Palo Alto, California, de la Digital Equipment Corporation, tocmai lansaseră pentru public un nou tip de motor de căutare, numit AltaVista, construind și revizuind permanent un index pentru fiecare pagină pe care au putut-o găsi pe internet – în acel moment, zeci de milioane. O căutare pentru fraza „adevăr universal recunoscut" și numele „Darcy" au furnizat patru mii de adrese. Printre acestea:

- Textul complet, chiar dacă nesigur, al romanului *Mândrie şi prejudecată*, în mai multe versiuni, stocate în computere din Japonia, Suedia şi în alte părţi, ce pot fi descărcate gratuit sau, într-un caz, pentru o taxă de 2,25 dolari.
- Peste o sută de răspunsuri la întrebarea „De ce puii de găină traversează strada?", inclusiv „Jane Austen: Pentru că este un adevăr universal recunoscut că un singur pui de găină, având noroc şi văzând o stradă bine întreţinută, trebuie să fie dornic a o traversa".
- Declaraţia de intenţii a organizaţiei *Princeton Pacific Asia Review*: „Importanţa strategică a Asia Pacific este un adevăr universal recunoscut . . .".
- Un articol despre friptura la grătar aparţinând Societăţii Vegetariene din UK: „Este un adevăr universal recunoscut printre consumatorii de carne că . . .".
- Home page a lui Kevin Darcey, Irlanda. Home page a lui Darcy Cremer, Wisconsin. Home page şi tablourile marine ale lui Darcy Morse. Statisticile vitale ale lui Tim Darcy, fotbalist australian. CV-ul lui Darcy Hughes, îngrijitor şi babysitter de paisprezece ani din Columbia Britanică.

Fleacurile nu i-au descurajat pe compilatorii acestui index mereu în evoluţie. Ei erau pe deplin conştienţi de diferenţa între alcătuirea unui catalog de bibliotecă – având o ţintă fixă, cunoscută şi finită – şi căutarea unei lumi de informaţii fără graniţe sau limite. Ei gândeau că urmăreau ceva grandios. „Noi avem un lexicon al limbii curente a lumii"[23], a spus managerul proiectului, Allan Jennings.

Apoi a venit Google. Brin și Page au mutat compania lor de novici din dormitoarele lor de la Stanford în niște birouri în 1998. Ideea lor era că ciberspațiul posedă o formă de autocunoaștere, inerentă linkurilor de la o pagină la alta și că un motor de căutare putea să exploateze această cunoaștere. Așa cum făcuseră și alți savanți înainte, ei au vizualizat internetul ca pe un grafic, cu noduri și linkuri: la începutul lui 1998, 150 de milioane de noduri legau aproape două miliarde de linkuri. Ei au considerat fiecare link drept o expresie a valorii – o recomandare. Și ei au recunoscut că nu toate linkurile sunt egale. Ei au inventat un mod recursiv de estimare a valorii: rangul unei pagini depinde de accesările sale; valoarea unui link depinde de rangul paginii care îl conține. Nu numai că au inventat sistemul, dar l-au și publicat. Lăsând internetul să știe cum lucra Google nu a afectat capacitatea Google de a folosi pârghiile cunoașterii de pe internet.

În același timp, apariția acestei rețele a tuturor rețelelor a inspirat noi activități teoretice privind topologia interconectivității în sisteme foarte vaste. Știința rețelelor a avut multiple origini și a evoluat pe numeroase cărări, de la matematica pură la sociologie, dar s-a cristalizat în vara lui 1998, odată cu publicarea unei scrisori către revista *Nature* de Duncan Watts și Steven Strogatz. Scrisoarea conținea trei lucruri, a căror combinație avea să facă senzație: o expresie memorabilă, un rezultat frumos și o varietate surprinzătoare de aplicații. A fost de ajutor faptul că una dintre aplicații era „All the World's People" – „Toți oamenii din lume". Expresia memorabilă era *small world* – „o lume mică". Atunci când doi străini descoperă că au un prieten comun – o legătură neașteptată –, ei pot spune: „Mică e lumea" și, în acest sens, Watts și Strogatz vorbeau despre rețele de lume mică.

Calitatea definitorie a unei rețele de lume mică este surprinsă într-o expresie de neuitat din piesa lui John Guare din 1990, *Șase grade de separare*. Explicația canonică este aceasta:

> Am citit undeva că oricine de pe această planetă este separat de numai șase alți oameni. Șase grade de separare. Între noi și oricine altcineva de pe această planetă. Președintele Statelor Unite. Un gondolier din Veneția. Completați numele.[24]

Ideea poate fi urmărită înapoi până la un experiment din 1967, efectuat de către psihologul de la Harvard Stanley Milgram și, chiar mai departe, până la o scurtă povestire de un scriitor maghiar, Frigyes Karinthy, intitulată *Láncszemek* (*Lanțuri*).[25] Watts și Strogatz au luat-o în serios: părea să fie adevărată și este contraintuitivă, deoarece în tipurile de rețele pe care le-au studiat, nodurile păreau să fie foarte izolate. Ele sunt de gașcă. Puteți cunoaște o mulțime de oameni, dar ei tind să vă fie vecini – într-un spațiu social, dacă nu literal – și să cunoască mai ales aceiași oameni. În lumea reală, gruparea și izolarea grupului sunt omniprezente în rețelele complexe: neuronii din creier, epidemiile de boli infecțioase, rețelele electrice, fisuri și canale în roca bogată în petrol. Gruparea înseamnă și fragmentare: țițeiul nu curge, epidemiile sunt eradicate. Străinii aflați la mare depărtare rămân înstrăinați.

Dar unele noduri pot avea linkuri îndepărtate, iar unele noduri pot avea un grad excepțional de conectivitate. Ceea ce Watts și Strogatz au descoperit în modelele lor matematice este că sunt necesare uimitor de puține astfel de excepții – doar câteva linkuri îndepărtate, chiar într-o rețea strâns grupată – pentru a sfărâma separarea medie față de aproape orice, creând astfel o lume mică.[26] Unul dintre cazurile lor test a fost o epidemie globală: „Se prevede că bolile infecțioase se răspân-

desc mult mai uşor şi mai repede într-o lume mică; ideea alarmantă şi mai puţin evidentă este cum doar câteva scurtături sunt necesare pentru a face ca o lume să fie una mică".[27] Câteva însoţitoare de zbor, active din punct de vedere sexual, pot fi de ajuns.

În ciberspaţiu, aproape totul se ascunde în umbră. Aproape totul este conectat, de asemenea, iar conectivitatea vine din relativ puţine noduri, deosebit de bine relaţionate sau care prezintă o deosebit de mare încredere. Oricum, e altceva să dovedeşti că fiecare nod este aproape de oricare alt nod; aceasta nu oferă o cale de a găsi drumul dintre ei. Dacă gondolierul din Veneţia nu poate găsi o cale către preşedintele Statelor Unite, existenţa matematică a legăturii dintre ei poate fi o slabă consolare. John Guare a înţeles acest lucru, la rândul său; continuarea explicaţiei din *Şase grade de separare* este mai puţin frecvent citată:

> Faptul că suntem atât de apropiaţi mi se pare A) formidabil de liniştitor şi B) ca tortura picăturii chinezeşti. Pentru că trebuie să găseşti cei şase oameni potriviţi pentru a face legătura.

Nu există în mod necesar un algoritm pentru aşa ceva.

Reţeaua are o structură, şi acea structură stă pe un paradox. Totul este apropiat şi totul este îndepărtat, în acelaşi timp. Acesta este motivul pentru care ciberspaţiul poate să pară nu numai aglomerat, ci şi singuratic. Poţi să arunci o piatră într-o fântână fără să auzi niciodată un pleoscăit.

Niciun *deus ex machina* nu aşteaptă în culise; nu e nimeni în dosul cortinei. Nu avem nici un demon al lui Maxwell care să ne ajute să filtrăm şi să căutăm. „Vedeţi, noi vrem Demonul",

a scris Stanislaw Lem, „ca să extragem din dansul atomilor numai informații autentice, precum teoreme matematice, magazine de modă, schițe, cronici istorice sau o rețetă de crutoane ionizate sau cum se curăță și se netezește o foaie de azbest, și poezie, de asemenea, și consultări științifice, almanahuri, calendare, documente secrete și orice a apărut vreodată în toate ziarele din Univers, dar și cărțile de telefoane ale viitorului".[28] Ca întotdeauna, alegerea este ceea ce ne *informează* (în sensul originar al acelui cuvânt). Selecția autenticului consumă lucru mecanic; apoi, uitarea consumă și mai mult. Acesta este blestemul omniștiinței: răspunsul la orice întrebare poate fi obținut din vârful degetelor – via Google, Wikipedia, IMDb, YouTube, Epicurious, Baza Națională de Date ADN sau oricare dintre succesorii naturali și moștenitorii lor – și încă ne întrebăm ce știm.

Cu toții suntem acum vizitatori ai Bibliotecii din Babel și noi suntem, de asemenea, și bibliotecari. Umblăm în zigzag de la exaltare la groază și înapoi. „Atunci când s-a proclamat că Biblioteca conținea toate cărțile", ne spune Borges, „prima impresie a fost o fericire nebună. Toți oamenii se simțeau stăpâni peste o comoară intactă și secretă. Nu exista problemă personală sau mondială a cărei soluție grăitoare să nu existe într-un hexagon. Universul era lămurit". Au urmat lamentările. La ce sunt bune prețioasele cărți ce nu pot fi găsite? La ce e bună cunoașterea completă, în perfecțiunea sa imobilă? Borges este îngrijorat: „Certitudinea că totul a fost scris neagă ființa noastră sau ne transformă în fantome".[29] La care John Donne răspunsese cu mult înainte: „Cel care dorește să tipărească o carte ar trebui să dorească mai mult: să fie o carte".[30]

Biblioteca va dura; ea este universul. Cât despre noi, nu totul a fost scris; nu ne transformăm în fantome. Mergem pe coridoare, cercetând rafturile și rearanjându-le, căutând ver-

suri cu sens într-un puhoi de cacofonie şi incoerenţă, citind istoria trecutului şi a viitorului, colecţionând gândurile noastre şi gândurile altora şi, din când în când, privind luciul unor oglinzi, în care putem recunoaşte creaturile informaţiei.

Mulțumiri

Le sunt îndatorat și recunoscător lui Charles H. Bennett, Gregory J. Chaitin, Neil J. A. Sloane, Susana Cuyler, Betty Shannon, Norma Barzman, John Simpson, Peter Gilliver, Jimmy Wales, Joseph Straus, Craig Townsend, Janna Levin, Katherine Bouton, Dan Menaker, Esther Schor, Siobhan Roberts, Douglas Hofstadter, Martin Seligman, Christopher Fuchs, și recent dispăruților John Archibald Wheeler, Carol Hutchins și Betty Alexandra Toole; de asemenea, agentului meu, Michael Carlisle, și, ca întotdeauna, pentru strălucirea și răbdarea sa, editorului meu, Dan Frank.

Note

Prolog

1. Robert Price, „A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving", *IEEE Communication Magazine*, nr. 22 / 1984, p. 126.
2. Comitetul a primit termenul tranzistor din partea lui John R. Pierce; Shannon a preluat termenul bit de la John W. Tukey.
3. Interviu, Mary Elizabeth Shannon, 25 iulie 2006.
4. Statistical Abstract of the United States 1950. Mai exact: 3 186 de stații de emisie radio și TV, 15 000 de cotidiene și periodice, 500 de milioane de cărți și broșuri, și 40 de miliarde de expedieri poștale.
5. George A. Campbell, „On Loaded Lines in Telephonic Transmission", *Philosophical Magazine*, nr. 5 / 1903, p. 313.
6. Hermann Weyl, „The Current Epistemological Situation in Mathematics" (1925), citat în John L. Bell, „Hermann Weyl despre intuiție și continuum", *Philosophia Mathematica* 8, nr. 3 / 2000, p. 261.
7. Andrew Hodges, Alan Turing: *Enigma*, Londra, Vintage, 1992, p. 251.
8. Scrisoare, Shannon către Vannevar Bush, 16 februarie 1939, în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editori

N. J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. 455.
9. Thomas Elyot, *The Boke Named The Governor*, 1531, III, p. xxiv.
10. Marshall McLuhan, *Understanding Media: The Extensions of Man*, New York, McGraw-Hill, 1965, p. 302.
11. Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker*, New York, Norton, 1986, p. 112. [în versiune românească, *Ceasornicarul orb*, Humanitas, Bucureşti, 2009]
12. Werner R. Loewenstein, *The Touchstone of Life: Molecular Information, Cell Communication şi the Foundations of Life*, New York, Oxford University Press, 1999, p. xvi.
13. John Archibald Wheeler, „It from Bit", în *At Home in the Universe*, New York, American Institute of Physics, 1994, p. 296.
14. John Archibald Wheeler, „The Search for Links", în Anthony J. G. Hey (editor) *Feynman and Computation*, Boulder, Colorado, Westview Press, 2002, p. 321.
15. Seth Lloyd, „Computational Capacity of the Universe", *Physical Review Letters* 88, nr. 23 / 2002.
16. John Archibald Wheeler, „It from Bit", p. 298.
17. John R. Pierce, „The Early Days of Information Theory", *IEEE transactions of Information Theory 19*, nr. 1 / 1973, p. 4.
18. Thomas Hobbes, *Leviathan*, Londra, Andrew Crooke, 1660, cap. 4.

1

1. Irma Wassall, „Black Drums", *Phylon Quaterly* nr. 4 / 1943, p. 38.

2. Walter J. Ong, *Interfaces of the Word*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1977, p. 105.
3. Francis Moore, *Travels into the Inland Parts of Africa*, Londra, J. Knox, 1767.
4. William Allen şi Thomas R. H. Thomson, *A Narrative of the Expedition to the River Niger in 1841*, vol. 2, Londra, Richard Bentley, 1848, p. 393.
5. Roger T. Clarke, „The Drum Language of the Tumba People", *American Journal of Sociology* 40, nr. 1 / 1934, pp. 34-48.
6. G. Suetonius Tranquillus, *The Lives of the Caesars*, traducere John C. Rolfe, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1998, p. 87.
7. Aeschylus, *Agamemnon*, traducere Charles W. Eliot, p. 335.
8. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1995, p. 17.
9. Thomas Browne, *Pseudoxia Epidemica: Or, Enquiries Into Very Many Received Tenents şi Commonly Presumed Truths*, ediţia a treia, Londra, Nath. Ekins, 1658, p. 59.
10. Galileo Galilei, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems: Ptolemaic and Copernican*, traducere Stillman Drake, Berkeley, Calif., University of California Press, 1967, p. 95.
11. *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals*, vol. 2, editor Edward Lind Morse, Boston, Houghton Mifflin, 1914, p. 12
12. U. S. Patent 1647, 20 iunie 1840, p. 6.
13. Samuel F. B. Morse, scrisoare către Leonard D. Gale, în *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals*, vol. 2, p. 65.
14. *Ibid.*, p. 64.

15. „The Atlantic Telegraph", *The New York Times*, 7 august 1858.
16. Morse a pretins că el a fost acela, iar partizanii lor au păreri împărțite. Cf. *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals*, vol. 2, p. 68; George P. Oslin, *The Story of Telecommunications*, Maco, Ga., Mercer University Press, 1992, p. 24; Franklin Leonard Pope, „The American Inventors of the Telegraph", *Century Illustrated Magazine*, aprilie 1888, p. 934; Kenneth Silverman, *Lightning Man: The Accursed Life of Samuel F. B. Morse*, New York, Knopf, 2003, p. 167.
17. John R. Pierce, *An Introduction to Information Theory: Symbols, Signals și Noise*, ediția a doua, New York, Dover, 1980, p. 25.
18. Robert Sutherland Rattray, „The Drum Language of West Africa: Partea a II-a", *Journal of the Royal African Society* 22, nr. 88 / 1923, p. 302.
19. John F. Carrington, *La voix des tambours: comment comprendre le langage tambouriné d'Afrique*, Kinshasa, Protestant d'Édition et de Diffusion, 1974, p. 66, citat în Walter J. Ong, *Interfaces of the Word*, p. 95.
20. John E. Carrington, *The Talking Drums of Africa*, Londra, Carey Kingsgate, 1949, p. 19.
21. *Ibid.*, p. 33.
22. Robert Sutherland Rattray, „The Drum Language of West Africa: Partea I", *Journal of the Royal African Society* 22, nr. 87 / 1923, p. 235.
23. Theodore Stern, „Drum and Whistle «Languages»: An Analysis of Speech Surrogates", *American Anthropologist* 59 / 1957, p. 489.
24. James Merrill, „Eight Bits", în *The Inner Room*, New York, Knopf, 1988, p. 48.

25. Ralph V. L. Hartley, „Transmission of Information", *Bell System Technical Journal* 7 / 1928, pp. 535-563.
26. John F. Carrington, *The Talking Drums of Africa*, p. 83.
27. Israel Shenker, „Boomlay", *Time*, 22 noiembrie 1954.

2.

1. Ward Just, *An Unfinished Season*, New York, Houghton Mifflin, 2004, p. 153.
2. Walter J. Ong, *Orality and Literacy: The Technologizing of the Word*, Londra, Methuen, 1982, p. 31.
3. Jack Goody şi Ian Watt, „The Consequences of Literacy", *Comparative Studies in Society and History* 5, nr. 3 / 1963, pp. 304-345.
4. Frank Kermode, „Free Fall", *New York Review of Books* 10, nr. 5 / 14 martie 1968.
5. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 12.
6. Jonathan Miller, Marshall McLuhan, *New York*, Viking, 1971, p. 100.
7. Plato, *Phaedrus*, traducere Benjamin Jowett, Fairfield, Iowa, First World Library, 2008, 275a. [în românește, Platon, *Phaidros*, în *Opere*, vol. IV, traducere de Gabriel Liiceanu, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1983]
8. Marshall McLuhan, „Culture Without Literacy", în Eric McLuhan şi Frank Zingrone (editori) *Essential McLuhan*, New York, Basic Books, 1996, p. 305.
9. Pliny the Elder, *The Historie of the World*, vol. 2, traducere Philemon Holland, Londra, 1601, p. 581.
10. Samuel Butler, *Essays on Life, Art şi Science*, Port Washington, N.Y., Kennikat Press, 1970, p. 198.

11. David Diringer şi Reinhold Regensburger, *The Alphabet: A Key to the History of Mankind*, ediţia a treia, vol. 1, New York, Funk & Wagnalls, 1968, p. 166.
12. „The Alphabetization of Homer", în Eric Alfred Havelock şi Jackson P. Hershbell, *Communication Arts in the Ancient World*, New York, Hastings House, 1978, p. 3.
13. Aristotle, *Poetics*, traducere William Hamilton Fyfe, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1953, 1447b. [În româneşte, Aristotel, *Poetica*, Editura IRI, Bucureşti, 1998]
14. Eric A. Havelock, *Preface to Plato*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1963, pp. 300-301.
15. Aristotle, *Poetics*, 1450b.
16. Plato, *Republic*, 6.493e. Cf. Eric A. Havelock, *Preface to Plato*, p. 282. [În româneşte, *Republica*, în Platon, *Opere*, vol. V, traducere Andrei Cornea, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1986]
17. *Republic*, 6.484b.
18. Eric A. Havelock, *Preface to Plato*, p. 282.
19. Nu toată lumea este de acord în această privinţă. Un contraargument: John Halverson, „Goody and the Implosion of the Literacy Thesis", *Man* 27, nr. 2 / 1992, pp. 301-317.
20. Aristotle, *Prior Analytics*, traducere A.J. Jenkinson, 1:3
21. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 49.
22. A.R. Luria, *Cognitive Development, Its Cultural and Social Foundations*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1976, p. 86.
23. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 53.
24. Benjamin Jowett, introducere la Platon, *Theaetetus*, Teddington, U.K., Echo Library, 2006, p. 7
25. Gongsun Long, „When a White Horse Is Not a Horse", traducere A.C. Graham, în P. J. Ivanhoe et al., *Readings in*

Classical Chinese Philosophy, ediția a doua, Indianapolis, Hackett Publishing, 2005, pp. 363-366. De asemenea, A.C. Graham, *Studies in Chinese Philosophy and Philosophical Literature*, SUNY Series in Chinese Philosophy and Culture, Albany, State University of New York Press, 1990, p. 178.

26. Julian Jaynes, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, Boston, Houghton Mifflin, 1977, p. 177.
27. Thomas Sprat, *The History of the Royal Society of London, for the Improving of Natural Knowledge*, ediția a treia, Londra, 1722, p. 5.
28. Julian Jaynes, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, p. 198.
29. Donald E. Knuth, „Ancient Babylonian Algorithms", *Communications of the Association for Computing Machinery* 15, nr. 7 / 1972, pp. 671-677.
30. Asger Aaboe, *Episodes from the Early History of Mathematics*, New York, L.W. Singer, 1963, p. 5.
31. Otto Neugebauer, *The Exact Sciences in Antiquity*, ediția a doua, Providence, R.I., Brown University Press, 1957, pp. 30 și 40-46.
32. Donald E. Knuth, *Ancient Babylonian Algorithms*, p. 672.
33. John of Salisbury, *Metalogicon*, I:13, citat și tradus de M. T. Clanchy, *From Memory to Written Record England*, 1066-1307, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1979, p. 202.
34. *Ibid.*
35. *Phaedrus*, traducere Benjamin Jewett, 275d.
36. *Marshall McLuhan*, „Media and Cultural Change„, în Essential McLuhan, p. 92.

37. Jonathan Miller, *Marshall McLuhan*, p. 3.
38. Interviu pentru *Playboy*, martie 1969, în *Essential McLuhan*, p. 3.
39. Thomas Hobbes, *Leviathan, or The Matter, Forme and Power of a Commonwealth, Ecclesiasticall şi Civill*, 1651; reeditare Londra, George Routledge and Sons, 1886, p. 299.
40. Walter J. Ong, „This Side of Oral Culture and of Print", Conferinţă Lincoln, 1973, p. 2.
41. Walter J. Ong, *Orality and Literacy*, p. 14.

3.

1. Thomas Sprat, *The History of the Royal Society of London, for the Improving of Natural Knowledge*, ediţia a treia, Londra, 1722, p. 42.
2. Robert Cawdrey, *A Table Alphabeticall*, Londra, Edmund Weaver, 1604, poate fi găsită la Bodleian Library; în ediţie facsimile Robert A. Peters (editor) Gainsville, Fla., Scholars' Facsimiles & Reprints, 1966; online via the University of Toronto Library; şi, cel mai satisfăcător, retipărit drept John Simpson (editor) *The First English Dictionary, 1604: Robert Cawdry's A Table Alphabeticall*, Oxford, Bodleian Library, 2007.
3. Robert Greene, *A Notable Discovery of Coosnage* (1591); retipărit Gloucester, U.K., Dodo Press, 2008; Albert C. Baugh, *A History of the English Language*, ediţia a doua, New York, Appleton-Century-Crofts, 1957, p. 252.
4. Richard Mulcaster, *The First Part of the Elementarie Which Entreateth Chefelie of the Right Writing of Our English Tung*, Londra, Thomas Vautroullier, 1582.

5. John Simpson (editor) *The First English Dictionary*, p. 41.
6. John Strype, *Historical Collections of the Life and Acts of the Right Reverend Father in God*, John Aylmer, Londra, 1701, p. 129, citat în John Simpson (editor) *The First English Dictionary*, p. 10.
7. Gertrude E. Noyes, „The First English Dictionary, Cawdrey's Table Alphabeticall", *Modern Language Notes* 58, nr. 8 / 1943, p. 600.
8. Edmund Coote, *The English Schoole-maister*, Londra, Ralph Jackson & Robert Dexter, 1696, p. 2.
9. Lloyd W. Daly, *Contributions to a History of Alphabeticization in Antiquity and the Middle Ages*, Bruxelles, Latomus, 1967, p. 73.
10. William Dunn Macray, *Annals of the Bodleian Library*, Oxford, 1598-1867, Londra, Rivingtons, 1868, p. 39
11. Gottfried Leibniz, *Unvorgreifliche Gedanken*, citat și tradus de Werner Hüllen, *English Dictionaries 800-1700: The Topical Tradition*, Oxford, Clarendon Press, 1999, p. 16n.
12. Ralph Lever, *The Arte of Reason*, Londra, H. Bynneman, 1573.
13. John Locke, *An Essay Concerning Human Understanding*, capitolul 3, secțiunea 10.
14. Galileo, scrisoare către Mark Welser, 4 mai 1612, traducere Stillman Drake, în *Discoveries and Opinions of Galileo*, p. 92.
15. Isaac Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, traducere Andrew Motte, (Scholium) 6.
16. Jonathon Green, *Chasing the Sun: Dictionary Makers and the Dictionaries They Made*, New York, Holt, 1996, p. 181.
17. Interviu, John Simpson, 13 septembrie 2006.
18. Ambrose Bierce, *The Devil's Dictionary*, New York, Dover, 1993, p. 25.
19. Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, traducere G. E. M. Anscombe, New York, Macmillan, 1953, p. 47.

20. James A.H. Murray, „The Evolution of English Lexicography", *Romanes Lecture*, 1900.
21. Peter Gilliver et al., *The Ring of Words: Tolkien and the Oxford English Dictionary*, Oxford, Oxford University Press, 2006, p. 82.
22. Anthony Burgess, „OED +", în *But Do Blondes Prefer Gentlemen? Homage to Qwert Yuiop and Other Writings*, New York, McGraw-Hill, 1986, p. 139. Nu a putut să treacă peste asta. Într-un eseu de mai târziu, „Ameringlish", s-a plâns din nou.
23. „Writing the OED: Spellings", Oxford English Dictionary, http://www.oed.com/about/
writing/spellings.html (accesat pe 6 aprilie 2007).
24. Samuel Johnson, prefață la *A Dictionary of the English Language*, 1755.
25. John Simpson (editor) *The First English Dictionary*, p. 24.
26. „The Death of Lady Mondegreen", *Harper's Magazine*, noiembrie 1954, p. 48.
27. Steven Pinker, *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*, New York, William Morrow, 1994, p. 183.

4.

Scrierile originale ale lui Charles Babbage și, într-o mai mică măsură, cele ale Adei Lovelace sunt tot mai accesibile. Ediția cuprinzătoare, de o mie de dolari, în unsprezece volume, *The Works of Charles Babbage*,editată de Martin Campbell-Kelly, a fost publicată în 1989. Online, textele complete ale lucrărilor lui Babbage *Passages from the Life of a Philosopher* (1864), *On the Economy of Machinery and*

Manufactures (1832) şi *The Ninth Bridgewater Treatise* (1838) pot fi găsite acum în ediţii scanate din biblioteci de programul de carte al Google. Încă indisponibil în cadrul acestuia (până în 2010), dar de asemenea util, este volumul fiului său, *Babbage's Calculating Engine: Being a Collection of Papers Relating to Them* (1889). Pe măsură ce interesul a sporit în timpul erei maşinilor de calcul, mare parte din materialele utile din aceste cărţi au fost retipărite în culegeri de texte; cele mai valoroase sunt *Charles Babbage and His Calculating Engines*,editată de Philip Morrison şi Emily Morrison (1961), şi *Science and Reform: Selected Works of Charles Babbage* de Anthony Hyman (1989). Alte manuscrise au fost publicate în J.M. Dubbey, *The Mathematical Work of Charles Babbage* (1978). Notele care urmează se referă la una sau mai multe dintre aceste surse, în funcţie de ceea ce pare de cel mai mare folos pentru cititor. Traducerea şi uluitoarele „note" ale lui L.F. Menabrea la „Sketch of the Analytical Engine" de Ada Augusta, contesă de Lovelace, au fost făcute disponibile online pe http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html graţie lui John Walker; ele sunt de asemenea reproduse în culegerea lui Morrison. În ceea ce priveşte scrisorile şi însemnările Lovelace, ele se găsesc la British Library, the Bodleian [din Oxford] şi prin alte părţi, dar multe au fost publicate de Betty Alexandra Toole în Ada: The Enchantress of Numbers (1992 şi 1998); acolo unde este posibil, încerc să citez versiunile publicate.

1. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery and Manufactures* (1832), p. 300; retipărit în *Science and Reform: Selected Works of Charles Babbage*, editor Anthony Hyman, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, p. 200.

2. „Defunctul Domnul Charles Babbage, F. R. S.", *The Times*, Londra, 23 octombrie 1871. Cruciada lui Babbage împotriva flaşnetarilor nu a fost în van; o nouă lege din 1864 împotriva muzicii de stradă a fost cunoscută drept Babbage's Act. Cf. Stephanie Pain, „Mr. Babbage and the Buskers", *New Scientist* 179, nr. 2408 / 2003, p. 42.
3. N.S. Dodge, „Charles Babbage", *Smithsonian Annual Report of 1873*, pp. 162-197, retipărit în *Annals of the History of Computing* 22, nr. 4 / octombrie-decembrie 2000, p. 20
4. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, Londra, Longman, Green, Longman, Roberts & Green, 1864, p. 36.
5. *Ibid.*, pp. 385-386.
6. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery and Manufactures*, ediţia a patra, Londra, Charles Knight, 1835, p. v.
7. *Ibid.*, p. 146.
8. Henry Prevost Babbage (editor) *Babbage's Calculating Engine: Being a Collection of Papers Relating to Them; Their History and Construction*, Londra, E. & F. N. Spon, 1889, p. 52.
9. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 67.
10. *Charles Babbage and Hid Calculating Engines: Being a Collection of Papers Relating to Them: Selected Writings*, editori Philip Morrison şi Emily Morrison, New York, Dover Publications, 1961, p. xxiii.
11. Élie de Joncourt, *De Natura Et Praeclaro Usu Simplicissimae Speciei Numerorum Trigonalium*, Hagae Comitum, Husson, 1762, citat în Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 54.

12. Citat în Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformations in Early-Modern Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1979, p. 468.
13. Mary Croarken, „Mary Edwards: Computing for a Living in 18-th Century England", *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 4 / 2003, pp. 9-15; și – după o fascinantă muncă de detectiv – Mary Croarken, „Tabulating the Heavens: Computing the Nautical Almanac in 18-th Century England", *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 3 / 2003, pp. 48-61.
14. Henry Briggs, *Logarithmicall Arithmetike: Or Tables of Logarithmes for Absolute Numbers from an Unite to 100 000*, Londra, George Miller, 1631, p. 1.
15. John Napier, „Dedicatorie", în *A Description of the Admirable Table of Logarithmes*, traducere Edward Wright, Londra, Nicholas Okes, 1616, p. 3.
16. Henry Briggs către James Ussher, 10 martie 1615, citat de Graham Jagger în Martin Campbell-Kelly (et al., editori), *The History of Mathematical Tables: From Sumer to Spreadsheets*, Oxford, Oxford University Press, 2003, p. 56.
17. William Lilly, *Mr. William Lilly's History of His Life and Times, from the Year 1602 to 1681*, Londra, Charles Baldwyn, 1715, p. 236.
18. Henry Briggs, *Logarithmicall Arithmetike*, p. 52.
19. *Ibid.*, p. 11.
20. Ole I. Franksen, „Introducing «Mr. Babbage's Secret»", APL Quote Quad 15, nr. 1 / 1984, p. 14.
21. Michael Williams, *A History of Computing Technology*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1997, p. 105.
22. Michael Mästlin, citat în Ole I. Franksen, „Introducing «Mr. Babbage's Secret»", p. 14.

23. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 17.
24. Simon Schaffer, „Babbage's Dancer", în Francis Spufford și Jenny Uglow (editori) *Cultural Babbage: Technology, Time and Invention*, Londra, Faber and Faber, 1996, p. 58.
25. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, pp. 26-27.
26. W. W. Rouse Ball, *A History of the Study of Mathematics at Cambridge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1889, p. 117.
27. *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 23.
28. *Ibid.*, p. 31.
29. C. Gerhard (editor) *Die Philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, vol. 7, Berlin, Olns, 1890, p. 12, citat de Kurt Gödel în „Russell's Mathematical Logic", 1944, în Kurt Gödel: *Collected Works*, vol. 2, editor Solomon Feferman, New York, Oxford University Press, 1986, p. 140.
30. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 25.
31. *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 25.
32. Charles Babbage, „Memoirs of the Analytical Society", prefață (1813), în Anthony Hyman (editor) *Science and Reform: Selected Works of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, pp. 15-16.
33. Agnes M. Clerke, *The Herschels and Modern Astronomy*, New York, Macmillan, 1895, p. 144
34. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 34.
35. *Ibid.*, p. 42.
36. *Ibid.*, p. 41.

37. „Machina arithmetica in qua non additio tantum et substractio sed et multiplicatio nullo, divisio vero paene nullo animi labore peragantur", traducere M. Kormes, 1685, în D.E. Smith, *A Source Book in Mathematics*, New York, McGraw-Hill, 1929, p. 173.
38. Charles Babbage, *A Letter to Sir Humphrey Davy on the Application of Machinery to the Purpose of Calculating and Printing Mathematical Tables*, Londra, J. Booth & Baldwain, Cradock & Joy, 1822, p. 1.
39. Babbage către David Brewster, 6 noiembrie 1822, în Martin Campbell-Kelly (editori) *The Works of Charles Babbage*, New York, New York University Press, 1989, p. 43
40. Dionysius Lardner, „Babbage's Calculating Engine", *Edinburgh Review* anul 59, nr. 120 / 1834, p. 282; şi Edward Everett, „The Uses of Astronomy", în *Orations and Speeches on Various Occasions*, Boston, Little, Brown, 1870, p. 447.
41. Martin Campbell-Kelly, „Charles Babbage's Table of Logarithms", 1927, *Annals of the History of Computing*, anul 10, 1988, pp. 159-169.
42. Dionysius Lardner, *Babbage's Calculating Engine*, p. 282.
43. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 52.
44. *Ibid.*, pp. 60-62.
45. Babbage către John Herschel, 10 august 1814, citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage: Pioneer of the Computer*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1982, p. 31.
46. David Brewster către Charles Babbage, 3 iulie 1821, citat în J.M. Dubbey, *The Mathematical Work of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1978, p. 94.
47. Babbage către John Herschel, 27 iunie 1823, citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage*, p. 53.

48. Dionysius Lardner, *Babbage's Calculating Engines*, p. 264.
49. „Address of Presenting the Gold Medal of the Astronomical Society to Charles Babbage", în *Charles Babbage and Hid Calculating Engines*, p. 219.
50. Dionysius Lardner, *Babbage's Calculating Engines*, pp. 288-300.
51. Charles Babbage, „On a Method of Expressing by Signs the Action of Machinery", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, anul 116, nr. 3 / 1826, pp. 250-265.
52. Citat în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, xxiii. Soții Morrison arată că Tennyson a schimbat, pare-se, „minut" cu „moment" în edițiile de după 1850.
53. Harriet Martineau, *Autobiography*, 1877, citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage*, p. 129.
54. Citat în Doron Swade, *The Difference Engine: Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer*, New York, Viking, 2001, p. 132.
55. Citat în *ibid.*, p. 38.
56. Reclamă comercială în ziarul *The Builder*, 31 decembrie 1842, http://www.victorianlondon.org/photography/adverts.htm (accesat pe 7 martie 2006).
57. Lord Byron, „Childe Harold's Pilgrimage", Cântul 3, p. 118.
58. Byron către Augusta Leigh, 12 octombrie 1923, în Leslie A. Marchand (editor) *Byron's Lettersand Journals*, vol. 9, Londra, John Murray, 1973-1994, p. 47.
59. Ada către Lady Byron, 3 februarie 1828, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers: Prophet of the Computer Age*, Mill Valley, Calif., Strawberry Press, 1998, p. 25.
60. Ada către Lady Byron, 2 aprilie 1828, *ibid.*, p. 27.
61. Ada către Mary Somerville, 20 februarie 1835, *ibid.*, p. 55.

62. *Ibid.*, p. 33.
63. Sophia Elizabeth De Morgan, *Memoir of Augustus De Morgan*, Londra, Longmans, Green, 1882, p. 89.
64. Ada către dr. William King, 24 martie 1834, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, p. 45.
65. Ada către Mary Somerville, 8 iulie 1834, *ibid.*, p. 46.
66. „Of the Analytical Engine", în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 55.
67. *Ibid.*, p. 65.
68. Ada către Mary Somerville, 22 iunie 1837, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, p. 70.
69. Ada către Lady Byron, 26 iunie 1838, *ibid.*, p. 78.
70. Ada către Babbage, noiembrie 1839, *ibid.*, p. 82.
71. Ada către Babbage, 16 februarie 1840, *ibid.*, p. 83.
72. Augustus De Morgan către Lady Byron, citat în Betty Alexandra Toole, „Ada Byron, Lady Lovelace, an Analyst and Metaphysician", *IEEE Annals of the History of Computing*, anul 18, nr. 3 / 1996, p. 7.
73. Ada către Babbage, 16 februarie 1840, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, p. 83.
74. Ada către Augustus De Morgan, 3 februarie 1841, *ibid.*, p. 99.
75. Eseu fără titlu, 5 ianuarie 1841, *ibid.*, p. 94.
76. Ada către Woronzow Greig, 15 ianuarie 1841, *ibid.*, p. 98.
77. Ada către Lady Byron, 6 februarie 1841, *ibid.*, p. 101.
78. *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 113. El a mai adăugat: „Poate că vom trimite fulgere care să-i întreacă pe cei vinovați . . .".
79. Citat în Anthony Hyman, *Charles Babbage*, p. 185.
80. Bibliothèque Universelle de Genève, nr. 82 / octombrie, 1842.

81. Ada către Babbage, 4 iulie 1843, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, p. 145.
82. Nota A (aparținând traducătoarei, Ada Lovelace) către L. F. Menabrea, „Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage", în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 247.
83. *Ibid.*, p. 252.
84. H. Babbage, „The Analytical Engine", comunicare citită la Bath, 12 septembrie 1888, în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 331.
85. Nota D (a translatoarei Ada Lovelace) către L. F. Menabrea, „Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage".
86. Ada către Babbage, 5 iulie 1843, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, p. 147.
87. Nota D (a traducătoarei Ada Lovelace) către L.F. Menabrea, „Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage".
88. Ada către Babbage, 13 iulie 1843, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, p. 149.
89. Ada către Babbage, 22 iulie 1843, *ibid.*, p. 150.
90. Ada către Babbage, 30 iulie 1843, *ibid.*, p. 157.
91. H. p. Babbage, „The Analytical Engine", p. 333.
92. „Maelzel's Chess-Player", în *The Prose Tales of Edgar Allan Poe: Third Series*, New York, A.C. Armstrong & Son, 1889, p. 230.
93. Ralph Waldo Emerson, *Society and Solitude*, Boston, Fields, Osgood, 1870, p. 143.
94. Oliver Wendell Holmes, *The Autocrat of the Breakfast-Table*, New York, Houghton Mifflin, 1893, p. 11.

95. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 235.
96. „On the Age of Strata, as Inferred from the Rings of Trees Embedded in Them", din Charles Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise: A Fragment*, Londra, John Murray, 1837, în *Charles Babbage and His Calculating Engines*, p. 368.
97. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery*, p. 10.
98. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 447.
99. Charles Babbage, *On the Economy of Machinery*, p. 273.
100. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 460.
101. *Ibid.*, p. 301.
102. Jenny Uglow, „Possibility", în Francis Spufford and Jenny Uglow, *Cultural Babbage*, p. 20.
103. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, p. 450.
104. Ada către Lady Byron, 10 august 1851, în Betty Alexandra Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, p. 287.
105. Ada către Lady Byron, 29 octombrie 1851, *ibid.*, p. 291.

5.

1. Nathaniel Hawthorne, *The House of the Seven Gables*, Boston, Ticknor, Reed & Fields, 1851, p. 283.
2. Ei operau traficul „lejer şi nu foarte constant", „Central Telegraph Stations", *Journal of the Society of Telegraph Engineers*, anul 4 / 1875, p. 106.
3. Andrew Wynter, „The Electric Telegraph", *Quarterly Review* 95/1854, pp. 118-164.

4. Iwan Rhys Morus, „«The Nervous System of Britain»: Space, Time and the Electric Telegraph in the Victorian Age", *British Journal of the History of Science* 33/2000, pp. 455-475.
5. Citat în Iwan Rhys Morus, „«The Nervous System of Britain»", p. 471.
6. „Edison's Baby", *The New York Times*, 27 octombrie 1878, p. 5.
7. „The Future of the Telephone", *Scientific American*, 10 ianuarie 1880.
8. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph: Including Its Rise and Progress in the United States*, New. York, Putnam, 1852, p. v.
9. William Robert Grove, citat în Iwan Rhys Morus, „«The Nervous System of Britain»", p. 463.
10. Dionysius Lardner, *The Electric Telegraph*, revăzută și rescrisă de Edward B. Bright, Londra, James Walton, 1867, p. 6.
11. „The Telegraph", *Harper's New Monthly Magazine*, 47/ august 1873, p. 337.
12. „The Electric Telegraph", *The New York Times*, 11 noiembrie 1852.
13. Job 38:35; Dionysius Lardner, *The Electric Telegraph.*
14. *Memoirs of Count Miot de Melito*, vol. 1, traducere Cashel Hoey și John Lillie, Londra, Sampson Low, 1881, p. 44.
15. Gerard J. Holzmann și Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, Washington, D.C.: IEEE Computer Society, 1995, p. 52ff.
16. „Lettre sur une nouveau télégraphe", citat în Jacques Attali și Yves Stourdze, „The Birth of the Telephone and the Economic Crisis: The Slow Death of Monologue in French Society", în Ithiel de Sola Poolin (editor) *The Social*

Impact of the Telephone, Cambridge, Mass., MIT Press, 1977, p. 97.

17. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, p. 59.
18. Bertrand Barère de Vieuzac, 17 august 1794, citat în *ibid.*, p. 64.
19. Taliaferro p. Shaffner, *The Telegraph Manual: A Complete History and Description of the Semaphoric, Electric and Magnetic Telegraphs of Europe, Asia, Africa şi America, Ancient and Modern*, New York, Pudney & Russell, 1859, p. 42.
20. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, p. 81.
21. Charles Dibdin, „The Telegraph", în *The Songs of Charles Dibdin, Chronologically Arranged*, vol. 2, Londra, G.H. Davidson, 1863, p. 69.
22. Taliaferro p. Shaffner, *The Telegraph Manual*, p. 31.
23. Gerard J. Holzmann şi Björn Pehrson, The Early History of Data Networks, p. 56.
24. *Ibid.*, p. 91
25. *Ibid.*, p. 93.
26. J.J. Fahie, *A History of Electric Telegraphy to the Year 1837*, Londra, E. & N. Spon, 1884, p. 90.
27. E.A. Marland, *Early Electrical Communication*, Londra, Abelard-Schuman, 1964, p. 37.
28. „O încercare a lui Dyer de a introduce telegraful său în uzul general a întâmpinat imense prejudecăţi şi, speriindu-se de unele manifestări ale acestora, a părăsit ţara." Chauncey M. Depew, *One Hundred Years of American Commerce*, New York, D.O. Haynes, 1895, p. 126.
29. John Pickering, *Lecture on Telegraphic Language*, Boston, Hilliard, Gray, 1833, p. 11.

30. Citat în Daniel R. Headrick, *When Information Came of Age: Technologies of Knowledge in the Age of Reason and Revolution, 1700/1850*, Oxford, Oxford University Press, 2000, p. 200.
31. John Pickering, *Lecture on Telegraphic Language*, p. 26.
32. Manuscris al lui Davy, citat în J.J. Fahie, *A History of Electric Telegraphy to the Year 1837*, p. 351.
33. William Fothergill Cooke, *The Electric Telegraph: Was it Invented By Professor Wheatstone?*, Londra, W.H. Smith & Son, 1857, p. 27.
34. Alfred Vail, *The American Electro-Magnetic Telegraph: With the Reports of Congress şi a Description of All Telegraphs Known, Employing Electricity or Galvanism*, Philadelphia, Lea & Blanchard, 1847, p. 178.
35. *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals*, vol. 2, Boston, Houghton Mifflin, 1914, p. 21.
36. Amintire a lui R.W. Habersham, *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals.*
37. Alfred Vail, *The American Electro-Magnetic Telegraph*, p. 70.
38. Andrew Wynter, *The Electric Telegraph*, p. 128.
39. Laurence Turnbull, *The Electro-Magnetic Telegraph, With an Historical Account of Its Rise, Progress şi Present Condition*, Philadelphia, A. Hart, 1853, p. 87.
40. „The Trial of John Tawell for the Murder of Sarah Hart by Poison, at the Aylesbury Spring Assizes, before Mr. Baron Parks, on March 12th 1845", în William Otter Woodall, *A Collection of Reports of Celebrated Trials*, Londra, Shaw & Sons, 1873.
41. John Timbs, *Stories of Inventors and Discoverers in Science and the Useful Arts*, Londra, Kent, 1860, p. 335.
42. Citat în Tom Standage, *The Victorian Internet: The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's On-line Pioneers*, New York, Berkley, 1998, p. 55.

43. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*, p. 121.
44. Charles Maybury Archer (editor) *The London Anecdotes: The Electric Telegraph*, vol. 1, Londra, David Bogue, 1848, p. 85.
45. *Littel's Living Age*, anul 6, nr. 63/26 iulie 1845, p. 194.
46. Andrew Wynter, „The Electric Telegraph", p. 138.
47. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*, p. 6.
48. „The Atlantic Telegraph", *The New York Times*, 6 august 1858, p. 1.
49. Charles Maybury Archer, *The London Anecdotes*, p. 51.
50. *Ibid.*, p. 73.
51. George B. Prescott, *History, Theory şi Practice of the Electric Telegraph*, Boston, Ticknot and Fields, 1860, p. 5.
52. *The New York Times*, 7 august 1858, p. 1.
53. Citat în Iwan Rhys Morus, „«The Nervous System of Britain»", p. 463.
54. Charles Wilkes către S. F. B. Morse, 13 iunie 1844, în Alfred Vail, *The American Electro Magnetic Telegraph*, p. 60.
55. Citat în Adam Frank, *Valdemar's Tongue, Poe's Telegraphy*, ELH 72, 2005, p. 637.
56. Andrew Wynter, *The Electric Telegraph*, p. 133.
57. Alfred Vail, *The American Electro Magnetic Telegraph*, p. viii.
58. Convenţie între Cooke şi Wheatstone, 1843, în William Fothergill Cooke, *The Electric Telegraph*, p. 46.
59. „The Telegraph", *Harper's New Monthly Magazine*, p. 336.
60. Andrew Wynter, *Subtle Brains and Lisson Fingers: Being Some of the Chisel-Marks of Our Industrial and Scientific Progress*, Londra, Robert Hardwicke, 1863, p. 363.
61. Robert Frost, „The Line-Gang", 1920.
62. *Littel's Living Age*, anul 6, nr. 63/26 iulie 1845, p. 194.

63. „The Telegraph", *Harper's New Monthly Magazine*, p. 333.
64. Andrew Wynter, *Subtle Brains and Lisson Fingers*, p. 371.
65. Andrew Wynter, *The Electric Telegraph*, p. 123.
66. Alexander Jones, *Historical Sketch of the Electric Telegraph*, p. 123.
67. Alfred Vail, *The American Electro Magnetic Telegraph*, p. 46.
68. Francis O. J. Smith, *The Secret Corresponding Vocabulary; Adapted for Use to Morse's Electro-Magnetic Telegraph: And Also in Conducting Written Correspondence, Transmitted by the Mails, or Otherwise*, Portland, Maine, Thurston, Ilsley, 1845.
69. Exemple din William Clauson-Thue, *The A B C Universal Commercial Electric Telegraph Code*, ediția a patra, Londra, Eden Fisher, 1880.
70. *Ibid.*, p. iv.
71. Primrose v. Western Union Tel. Co., 154 U. S. 1 / 1894; „Not Liable for Errors in Ciphers", *The New York Times*, 27 mai 1894, p. 1.
72. Retipărită ulterior, cu autorul identificat, drept John Wilkins, *Mercury: Or the Secret and Swift Messenger. Shewing How a Man May With Privacy and Speed Communicate His Thoughts to a Friend At Any Distance*, ediția a treia, Londra, John Nicholson, 1708.
73. *John Aubrey, Brief Lives*, editor Richard Barber, Woodbridge, Suffolk, Boydell Press, 1982, p. 324.
74. John Wilkins, *Mercury: Or the Secret and Swift Messenger*, p. 62.
75. *Ibid.*, p. 69.
76. David Kahn, *The Codebreakers: The Story of Secret Writing*, Londra, Weidenfeld & Nicolson, 1968, p. 189.

77. „A Few Words on Secret Writing", *Graham's Magazine*, iulie 1841; Edgar Allan Poe, *Essays and Reviews*, New York, Library of America, 1984, p. 1277.
78. *The Literati of New York*, 1846, în Edgar Allan Poe, *Essays and Reviews*, p. 1172.
79. Cf. William F. Friedman, „Edagar Allan Poe, Cryptographer", *American Literature* anul 8, nr. 3 / 1936, pp. 266-280; Joseph Wood Krutch, *Edagar Allan Poe: A Study in Genius*, New York, Knopf, 1926.
80. Lewis Carroll, „The Telegraph-Cipher", card tipărit 8 x 12 cm., Berol Collection, New York University Library.
81. Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, Londra, Longman, Green, Longman, Roberts & Green, 1864, p. 235.
82. Simon Singh, *The Code Book: The Secret History of Codes and Code-breaking*, Londra, Fourth Estate, 1999, p. 63ff.
83. Dionysius Lardner, „Babbage's Calculating Engines", *Edinburgh Review* anul 59, nr. 120 / 1834, pp. 315-317.
84. De Morgan către Boole, 28 noiembrie 1847, în G. C. Smith (editor) *The Boole-De Morgan Correspondence 1842-1864*, Oxford, Clarendon Press, 1982, p. 25.
85. De Morgan către Boole, ciornă, netrimisă, *ibid.*, p. 27.
86. Citat de Samuel Neil, „The Late George Boole, I.L.D., D.C.L.", 1865, în James Gasser (editor) *A Boole Anthology: Recent and Classical Studies in the Logic of George Boole*, Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic, 2000, p. 16.
87. George Boole, *An Investigation of the Laws of Thought, on Which Are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, Londra, Walton & Maberly, 1854, p. 34.
88. *Ibid.*, pp. 24-25.
89. *Ibid.*, p. 69.

90. „The Telegraph", *Harper's New Monthly Magazine*, p. 359.
91. Lewis Carroll, *Symbolic Logic: Part I, Elementary*, Londra, Macmillan, 1896, 112 și 131. Și cf. Steve Martin, *Born Standing Up: A Comic's Life*, New York, Simon & Schuster, 2007, p. 74.
92. Bertrand Russell, *Mysticism and Logic*, 1918; retipărit Mineola, N.Y., Dover, 2004, p. 57.

6.

1. James Clerk Maxwell, „The Telephone", Conferință Rede, Cambridge 1878, „ilustrată cu ajutorul harpei telefonice a lui Mr. Gower", în W.D. Niven (editor) *The Scientific Papersd of James Clerk Maxwell*, vol. 2, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; retipărit New York, Dover, 1965, p. 750.
2. „Destul de mic pentru ca, trecând de câteva străzi, să te afli la țară" interviu al lui Shannon cu Anthony Liversidge, Omni, august 1987, în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editori N. J. A. Sloane și Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. xx.
3. „In the World of Electricity", *The New York Times*, 14 iulie 1895, p. 28.
4. David B. Sicilia, „How the West Was Wired", *Inc.*, 15 iunie 1997.
5. *Complete Stories and Poems of Edgar Allan Poe*, New York, Doublefay, 1966, p. 71.
6. *Ibid.*, p. 90.
7. *The New York Times*, 21 octombrie 1927.

8. Vannevar Bush, „As We May Think", *The Atlantic*, iulie 1945.
9. Shannon către Rudolf E. Kalman, 12 iunie 1987, Manuscript Division, Library of Congress.
10. Claude Shannon, „A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits", *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 57 / 1938, pp. 38-50.
11. Vannevar Bush către Barbara Burks, 5 ianuarie 1938, Manuscript Division, Library of Congress.
12. Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 892.
13. *Ibid.*, p. 921.
14. Claude Shannon către Vennevar Bush, 16 februarie 1939, în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 455.
15. Leibniz către Jean Galloys, decembrie 1678, în Martin Davis, *The Universal Computer: The Road from Leibniz to Turing*, New York, Norton, 2000, p. 16.
16. Alfred North Whitehead și Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, vol. 1, Cambridge, Cambridge University Press, 1910, p. 2.
17. Bertrand Russell, „Mathematical Logic Based on the Theory of Types", *American Journal of Mathematics* anul 30, nr. 3 / iulie 1908, p. 222.
18. Douglas Hofstadter, *I Am a Strange Loop*, New York, Basic Books, 2007, p. 109.
19. Alfred North Whitehead și Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, vol. 1, p. 61.
20. „The Philosophy of Logical Atomism" (1910), în Bertrand Russell, *Logic and Knowledge: Essays, 1901-1950*, Londra, Routledge, 1956, p. 261.
21. Kurt Gödel, „On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems I" (1931), în

Kurt Gödel: Collected Works, vol. 1, editor Solomon Feferman, New York, Oxford University Press, 1986, p. 146.

22. Kurt Gödel, „Russell's Mathematical Logic" (1944), în *Kurt Gödel: Collected Works*, vol. 2, p. 119.
23. Kurt Gödel, „On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems I" (1931), p. 145.
24. *Ibid.*, p. 151 n15.
25. Kurt Gödel, „Russell's Mathematical Logic" (1944), p. 124.
26. Douglas Hofstadter, *I Am a Strange Loop*, p. 166.
27. John von Neumann, „Tribute to Dr. Gödel" (1951), citat în Steve J. Heims, *John von Neumann and Norbert Wiener*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1980, p. 133.
28. Russell către Leon Henkin, 1 aprilie 1963.
29. Ludwig Wittgenstein, *Remarks on the Foundations of Mathematics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1967, p. 158.
30. Gödel către Abraham Robinson, 2 iulie 1973, în *Kurt Gödel: Collected Works*, vol. 5, p. 201.
31. Rebecca Goldstein, *Incompletness: The Proof and Paradox of Kurt Gödel*, New York, Atlas, 2005, p. 207.
32. Hermann Weyl către Claude Shannon, 11 aprilie 1940, Manuscript Division, Library of Congress.
33. David A. Mindell, *Between Human and Machine: Feedback, Control şi Compuring Before Cybernetics*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2002, p. 289.
34. Vannevar Bush, „Report of the National Defense Research Committee for the First Year of Operation, între 27 iunie 1940 şi 28 iunie 1941", Franklin D. Roosevelt Presidential Library and Museum, p. 19.
35. R.B. Blackman, H.W. Bode şi Claude E. Shannon, „Data Smoothing and Prediction in Fire-Control Systems",

Summary Technical Report of Division 7, National Defense Research Committee, vol. 1, Gunfire Control, Washington D.C., 1946, pp. 71-159 şi 166-167; David A. Mindell, „Automation's Finest Hour: Bell Labs and Automatic Control in World War II", *IEEE Control Systems*, 15 / decembrie 1995, pp. 72-80.

36. Elisha Gray către A.L. Hayes, octombrie 1875, citat în Michael E. Gorman, *Transforming Nature: Ethics, Invention and Discovery*, Boston, Kluwer Academic, 1998, p. 165.
37. Albert Bigelow Paine, *In One Man's Life: Being Chapters from the Personal & Business Career of Theodore N. Vail*, New York, Harper & Brothers, 1921, p. 114.
38. Marion May Dilts, *The Telephone in a Changing World*, New York, Longmans, Green, 1941, p. 11.
39. „The Telephone Unmasked", *The New York Times*, 13 octombrie 1877, p. 4.
40. *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, editor W.D. Niven, vol. 2, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; retipărit la New York, Dover, 1965, p. 744.
41. *Scientific American*, 10 ianuarie 1880.
42. *Telephones: 1907*, Special Reports, Bureau of Census, p. 74.
43. Citat în Ithiel de Sola Pool (editor) *The Social Impact of Telephone*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1977, p. 140.
44. J. Clerk Maxwell, „A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 155 / 1865, p. 459.
45. Michèle Martin, *„Hello, Central?": Gender, Technology şi Culture in the Formation of Telephone System*, Montreal, McGill-Queens's University Press, 1991, p. 55.
46. „Proceedings of the National Telephone Exchange Association", 1881, în Frederick Leland Rhodes, *Beginings of Telephony*, New York, Harper & Brothers, 1929, p. 154.

47. Citat în Peter Young, *Person to Person: The International Impact of the Telephone*, Cambridge, Granta, 1991, p. 65.
48. Herbert N. Casson, *The History of the Telephone*, Chicago, A. C. McClurg, 1910, p. 296.
49. John Vaughn, „The Thietieth Anniversary of a Great Invention", *Scribner*, 40 / 1906, p. 371.
50. G.E. Schindler, Jr. (editor) *A History of Engineering and Science in the Bell System: Switching Technology 1925-1975*, Bell Telephone Laboratories, 1982.
51. T.C. Fry, „Industrial Mathematics", *Bell System Technical Journal*, anul 20, iulie 1941, p. 255.
52. Bell Canada Archives, citat în Michèle Martin, „Hello, Central?", p. 23
53. H. Nyquist, *Certain Factors Affecting Telegraph Speed, Bell System Technical Journal* 3 / aprilie 1924, p. 332.
54. R. V. L. Hartley, *Transmission of Information*, Bell System Technical Journal 7 / iulie 1928, p. 536.
55. *Ibid.*
56. H. Nyquist, „Certain Factors Affecting Telegraph Speed", p. 333.
57. R. V. L. Hartley, „Transmission of Information", p. 537.

7.

1. John Barwise, „Information and Circumstance", *Notre Dame Journal of Formal Logic*, anul 27, nr. 3 / 1986, p. 324.
2. Interviu al lui Shannon cu Robert Price: „A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving", *IEEE Communication Magazine* 22 / 1984, p. 125; cf. Alan Turing to Claude Shannon, 3 iunie 1953, Manuscript Division, Library of Congress.

3. Andrew Hodges, *Alan Turing: The Enigma*, Londra, Vintage, 1992, p. 251.
4. Kurt Gödel către Ernest Nagel, 1957, în *Kurt Gödel: Collected Works*, vol. 5, editor Solomon Feferman, New York, Oxford University Press, 1986, p. 147.
5. Max H. A. Newman către Alonzo Church, 31 mai 1936, citat în Andrew Hodges, *Alan Turing*, p. 113.
6. Alan M. Turing, „On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem", *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42 / 1936, pp. 230-265.
7. Scrisoare de la Alan Turing către mama și tatăl său, vara anului 1923, AMT/K/1/3, Turing Digital Archive, http://www.turingarchive.org.
8. Alan M. Turing, *On Computable Numbers*, pp. 230-265.
9. „On the Seeming Paradox of Mechanizing Creativity", în Douglas R. Hofstdter, *Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern*, New York, Basic Books, 1985, p. 535.
10. „The Nature of Spirit", eseu nepublicat, 1932, în Andrew Hodges, *Alan Turing*, p. 63.
11. Herbert B. Enderton, „Elements of Recursion Theory", în Jon Barwise, *Handbook of Mathematical Logic*, Amsterdam, North Holland, 1977, p. 529.
12. Alan Turing către Sara Turing, 14 octombrie 1936, citat în Andrew Hodges, *Alan Turing*, p. 120.
13. „Communication Theory of Secrecy Systems" (1948), în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editor N. J. A. Sloane and Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. 90.
14. *Ibid.*, p. 113.

15. Edward Sapir, *Language: An Introduction to the Study of Speech*, New York, Harcourt, Brace, 1921, p. 21.
16. „Communication Theory of Secrecy Systems" (1948), în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, p. 85.
17. *Ibid.*, p. 97.
18. „Communication Theory – Exposition of Fundamentals", *IRE Transactions on Information Theory*, nr. 1 / februarie 1950, în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 173.
19. Scrisoare a lui Warren Weaver către Claude Shannon, 27 ianuarie 1949, Manuscript Division, Library of the Congress.
20. John R. Pierce, „The Early Days of Information Theory", *IEEE transactions of Information Theory*, anul 19, nr. 1 / 1973, p. 4.
21. Claude Elwood Shannon şi Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949, p. 31.
22. *Ibid.*, p. 11.
23. „Stochastic Problems in Physics and Astronomy", *Review of Modern Physics*, anul 15, nr. 1 / ianuarie 1943, p. 1.
24. M. G. Kendall şi B. Babbington Smith, *Table of Random Sampling Numbers*, Cambridge, Cambridege University Press, 1939. Kendall şi Smith au folosit o „maşină de randomizare" – un disc rotativ cu cele zece cifre iluminate la intervale neregulate de un bec cu neon. Un efort anterior, întreprins de L. H. C. Tippert în 1927, a extras 41 000 de cifre din datele de recensământ, notând, de asemenea, doar ultima cifră a oricărui număr. Un articol puţin naiv din *Mathematical Gazette* argumenta, în 1944, că maşinile nu erau necesare: „Într-o comunitate modernă, nu e nevoie, se pare, să se construiască o maşină de randomizare, pentru că atât de multe trăsături ale vieţii sociologice pre-

zintă un caracter aleatoriu. . . . Astfel, un set de numere aleatorii ce pot servi oricărui scop poate fi construit citind plăcuțele de înmatriculare ale mașinilor pe măsură ce acestea trec pe stradă, deoarece mașinile, chiar dacă sunt numerotate serial, se deplasează pe drumuri de o manieră non-serială, erori evidente, precum aceea de a citi numerele văzute în fiecare dimineață în drumul cuiva spre gară, când mașina lui dlui Smith este parcată întotdeauna la nr. 49, fiind, desigur, evitate" Frank Sandon, „Random Sampling Numbers", *The Mathematical Gazette*, 28 / decembrie 1944, p. 216.

25. Fletcher Pratt, *Secret and Urgent: The Story of Codes and Ciphers*, Garden City, N. Y., Blue Ribbon, 1939.
26. Claude Elwood Shannon și Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, p. 18.
27. „Un cuvânt sugerat de către J. W. Tukey", a adăugat el. John Tukey, statisticianul, fusese coleg de cameră cu Richard Feynman la Princeton și a petrecut ceva timp lucrând la Bell Labs după război.
28. Claude Shannon, „Prediction and Entropy of Printed English", *Bell System Technical Journal*, 30 / 1951, p. 50, în *Claude Shannon, Collected Papers*, p. 94.
29. Citat în M. Mitchell Waldrop, „Reluctant Father of the Digital Age", *Technology Review*, iulie-august 2001, pp. 64-71.
30. Interviu al lui Shannon cu Anthony Liversidge, *Omni*, august 1987, în *Claude Shannon, Collected Papers*, p. xxiii.
31. Notă scrisă de mână, 12 iulie 1949, Manuscript Division, Library of Congress.

8.

1. Heinz von Foerster (editor) *Cybernetics: Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems: Transactions of the Seventh Conference, March 23-24, 1950*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1951, p. 155.
2. J.J. Doob, recenzie (fără titlu), *Mathematical Review* 10 / februarie 1949, p. 133.
3. A. Chapanis, recenzie (fără titlu), *Quaterly Review of Biology*, anul 26, nr. 3 / septembrie 1951, p. 321.
4. Arthur W. Burks, recenzie (fără titlu), *Philosophical Review*, anul 60, nr. 3 / iulie 1951, p. 398.
5. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 37 / 1949, în Claude Elwood Shannon, *Collectede Papers*, editori N. J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. 872.
6. John R. Pierce, „The Early Days of Information Theory", *IEEE Transactions on Information Theory*, anul 19, nr. 1 / 1973, p. 5.
7. André-Marie Ampère utilizase cuvântul, cybernétics, în 1834 (*Essai sur la philosophie des science*).
8. „Boy of 14 College Graduate", *The New York Times*, 9 mai 1909, p. 1.
9. Bertrand Russell către Lucy Donnelly, 19 octombrie 1913, citat în Steve J. Heims, *John von Neumann and Norbert Wiener*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1980, p. 18.
10. Norbert Wiener către Leo Wiener, 15 octombrie 1913, citat în Flo Conway şi Jim Siegelman, *Dark Hero of the Information Age: in Search of Norbert Wiener, the Father of Cybernetics*, New York, Basic Books, 2005, p. 30.
11. Norbert Wiener, *I Am a Mathematician: The Later Life of a Prodigy*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1964, p. 324.

12. *Ibid.*, p. 375.
13. Arturo Rosenblueth et al., „Behavior, Purpose and Teleology", *Philosophy of Science* 10 / 1943, p. 18.
14. Citat în Warren S. McCulloch, „Recollections of the Many Sources of Cybernetics", *ASC Forum*, anul 6, nr. 2 / 1974.
15. „In Man's Image", *Time*, 27 decembrie 1948.
16. Norbert Wiener, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, ediția a doua, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961, p. 118.
17. *Ibid.*, p. 132.
18. Warren S. McCulloch, „Through the Den of the Metaphysician", *British Journal for the Philosophy of Science*, anul 5, nr. 17 / 1954, p. 18.
19. Warren S. McCulloch, *Recollections of the Many Sources of Cybernetics*, p. 11.
20. Steve J. Heims, *The Cybernetics Group*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1991, p. 22.
21. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 11.
22. *Ibid.*, p. 12.
23. *Ibid.*, p. 18
24. Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind: On the Origins of Cognitive Science*, traducere de M. B. DeBevoise, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2000, p. 89.
25. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 13.
26. *Ibid.*, p. 20.
27. Warren S. McCulloch și John Pfeiffer, „Of Digital Computers Called Brains", *Scientific Monthly*, anul 69, nr. 6 / 1949, p. 368.
28. J. C. R. Licklider, interviu cu William Aspray și Arthur Norberg, 28 octombrie 1988, Charles Babbage Institute,

University of Minnesota, http://special.lib.umn.edu/cbi/oh/pdf.phtml?id=
180 (accesat pe 6 iunie 2010).

29. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 66.
30. *Ibid.*, p. 92.
31. *Ibid.*, p. 100.
32. *Ibid.*, p. 123.
33. *Ibid.*, p. 135.
34. Citat în Flo Conway şi Jim Siegelman, *Dark Hero of Information Age*, p. 189.
35. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 143.
36. Heinz von Foerster (editor) *Cybernetics: Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social System: Transactions of the Eight Conference, March 15-16, 1951*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1952, p. xiii.
37. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Seventh Conference*, p. 151.
38. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Eight Conference*, p. 173.
39. „Computers and Automata", în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 706.
40. Heinz von Foerster (editor) *Transactions of the Eight Conference*, p. 175.
41. *Ibid.*, p. 180.
42. Citat în Roberto Cordeschi, *The Discovery of the Artificial: Behavior, Mind şi Machines Before and Beyond Cybernetics*, Dordrecht, Netherlands, Springer, 2002, p. 163.
43. Norbert Wiener, *Cybernetics*, p. 23.

44. John Bates către Grey Walter, citat în Owen Holland, „The First Biologically Inspired Robots", *Robotica* 21 / 2003, p. 354.
45. Philip Husbands și Owen Holland, „The Ratio Club: A Hub of British Cybernetics", în *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008, p. 103.
46. *Ibid.*, p. 110.
47. „Brain and Behavior", *Comparative Psychology Monograph*, Seria 103 / 1950, în Warren S. McCulloch, Embodiments of Mind, Cambridge, Mass., MIT Press, 1965, p. 307.
48. Alan M. Turing, „Computing Machinery and Intelligence", *Minds and Machines*, anul 59, nr. 236 / 1950, pp. 433-460.
49. *Ibid.*, p. 436.
50. *Ibid.*, p. 439.
51. Alan Turing, „Intelligent Machinery, a Heretical Theory", conferință nepublicată, circa 1951, în Stuart M. Shieber (editor) *The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2004, p. 105.
52. Alan M. Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, p. 442.
53. Claude Shannon către C. Jones, 16 iunie 1952, Manuscript Div., Library of Congress, cu permisiunea lui Mary E. Shannon.
54. Tradus în William Harvey, „Anatomical Exercises Concerning the Motion of the Heart and Blood", 1653, citat în „psychology, n.", decembrie 2009, OED online, Oxford University Press, http://dictionary.oed.com/cgi/entry/50191636.
55. *North British Review* 22 / noiembrie 1854, p. 181.
56. William James către Henry Holt, 9 mai 1890, citat în Robert D. Richardson, *William James: In the Maelstrom of*

American Modernism, New York, Houghton Mifflin, 2006, p. 298.

57. George Miller, dialog cu Jonathan Miller, în Jonathan Miller, *States of Mind*, New York, Pantheon, 1983, p. 22.
58. G.A. Miller, G.A. Heise şi W. Lichten, „The Intelligibility of Speech as a Function of the Context of the Test Materials", *Journal of Experimental Psychology* 41 / 1951, pp. 329-335.
59. Donald E. Broadbent, *Perception and Communication*, Oxford, Pergamon Press, 1958, p. 31.
60. *Psychological Review* 63 / 1956, pp. 81-97.
61. Frederick Adams, „The Informational Turn in Philosophy", *Minds and Machines* 13 / 2003, p. 495
62. Jonathan Miller, *States of Mind*, p. 26.
63. Claude Shannon, „The Transfer of Information", expunere prezentată la cea de a 75-a aniversare a Universităţii din Pennsylvania, Manuscript Division, Library of Congress. Retipărit cu permisiunea lui Mary E. Shannon.
64. „The Bandwagon", în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 462.
65. Citat în Steve J. Heims, *The Cybernetics Group*, p. 277.
66. Note de Neil J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, în Claude Shannon, *Collected Papers*, p. 882.
67. Claude E. Shannon, „Programming a Computer for Playing Chess", prima oară prezentată la National IRE Convention, 9 martie 1949, în *Claude Shannon, Collected Papers*, p. 637; şi „A Chess-Playing Machine", Scientific American, februarie 1950, în *Claude Shannon, Collected Papers*, p. 657.
68. Edward Lasker către Claude Shannon, 7 februarie 1949, Manuscript Division, Livrary of Congress.

69. Claude Shannon către C. J. S. Purdy, 28 august 1952, Manuscript Division, Library of Congress, cu permisiunea lui Mary E. Shannon.
70. Nepublicat, în *Claude Shannon, Collected Papers*, p. 861. Versurile autentice, din poezia lui Cummings „glasuri către glasuri, buză în buză", sunt: „cui îi pasă dacă un pui de căţea chior / inventează un instrument cu care să măsoare primăvara?".
71. Claude Shannon către Irene Angus, 8 august 1952, Manuscript Division, Library of Congress.
72. Robert McCraken, „The Sinister Machines", *Wyoming Tribune*, martie 1954.
73. Peter Elias, „Two Famous Papers", *IRE Transactions on Information Theory*, anul 4, nr. 3 / 1958, p. 99.
74. E. Collin Cherry, *On Human Communication*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1957, p. 214.

9.

1. David L. Watson, „Entropy and Organization", *Science* 72 / 1930, p. 222.
2. Robert Price, „A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving", *IEEE Communications Magazine* 22 / 1984, p. 124.
3. De exemplu, J. Johnstone, „Entropy and Evolution", *Philosophy* 7 / iulie 1932, p. 287.
4. James Clerk Maxwell, *Theory of Heat*, ediţia a doua, Londra, Longmans, Green, 1891, p. 189n.
5. Peter Nicholls şi David Langford (editori) *The Science in Science Fiction*, New York, Knopf, 1983, p. 86.

6. Lord Kelvin (William Thomson), „Physical Considerations Regarding the Possible Age of the Sun's Heat", conferință la Întrunirea British Association de la Manchester, septembrie 1861, în *Philosophical Magazine* 152 / februarie 1862, p. 158.
7. Sigmund Freud, „From the History of an Infantile Neurosis", 1918b, p. 116 în *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud*, Londra, Hogarth Press, 1955.
8. James Clerk Maxwell, „Diffusion", scrisă pentru a noua ediție a *Encyclopaedia Britannica*, în *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, editor W.D. Niven, vol. 2, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; retipărit New York, Dover, 1965, p. 646.
9. Léon Brillouin, „Life, Thermodynamics și Cybernetics", 1949, în Harvey S. Leff și Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Demon 2: Entropy, Classical and Quantum Information, Computing*, Bristol, U.K., Institute of Physics, 2003, p. 77.
10. Richard Feynman, *The Character of Physical Law*, New York, Modern Library, 1994, p. 106.
11. James Clerk Maxwell către John William Strutt, 6 decembrie 1870, în Elizabeth Garber, Stephen G. Brush și C.W.F. Everitt (editori) *Maxwell on Heat and Statistical Mechanics: On „Avoiding All Personal Enquiries" of Molecules*, Londra, Associated University Presses, 1995, p. 205.
12. Citat de Andrew Hodges, „What Did Alan Turing Mean by «Machine»", în Philip Husbands et al., *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008, p. 81.
13. James Clerk Maxwell către Peter Guthrie Tait, 11 decembrie 1867, în *The Scientific Letters and Papers of James Clerk*

Maxwell, editor P.M. Harman, vol. 3, Cambridge, Cambridge University Press, 2002, p. 332.

14. Conferință la Royal Institution, 28 februarie 1879, *Proceedings of the Royal Institution* 9 / 1880, p. 113, în *William Thomson, Mathematical and Physical Papers*, vol. 5, Cambridge, Cambridge University Press, 1911, p. 21.
15. „Editor's Table", *Popular Science Monthly* 15 / 1879, p. 412.
16. Henry Adams către Brooks Adams, 2 mai 1903, în *Henry Adams and His Friends: A Collection of His Unpublished Letters*, editor Harold Cater, Boston, Houghton Mifflin, 1947, p. 545.
17. Henri Poincaré, *The Foundations of Science*, traducere George Bruce Halsted, New York, Science Press, 1913, p. 152.
18. James Johnstone, *The Philosophy of Biology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1914, p. 118.
19. Leó Szilárd, „On the Decrease of Entropy in a Thermodynamic System by the Intervention of Intelligent Beings", traducere Anatol Rapoport și Mechthilde Knoller, din Leó Szilárd, „Über Die Entropieverminderung in Einem Thermodynamischen System Bei Eingriffen Intelligenter Wesen", *Zeitschrift für Physik* 53 / 1929, pp. 840-856, în Harvey S. Leff și Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Demon* 2, p. 111.
20. Citat în William Lanouette, *Genius in the Shadows*, New York, Scribner's, 1992, p. 64.
21. Interviu al lui Shannon cu Friedrich Willhelm Hagemeyer, 1977, citat în Erico Mariu Guizzo, „The Essential Message: Claude Shannon and the Making of the Information Theory", teză de masterat, Massachusetts Institute of Technology, 2004.

22. Claude Shannon către Norbert Wiener, 13 octombrie 1948. Massachusetts Institute of Technology Archives.
23. Erwin Schrödinger, *What Is Life?*, ediție retipărită, Cambridge, Cambridge University Press, 1967, p. 1.
24. Gunther S. Stent, „That Was the Molecular Biology That Was", *Science*, anul 160, nr. 3826 / 1968, p. 392.
25. Erwin Schrödinger, *What Is Life?*, p. 69.
26. Norbert Wiener, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, ediția a doua, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961, p. 58.
27. Erwin Schrödinger, *What Is Life?*, p. 71.
28. *Ibid.*, p. 23.
29. *Ibid.*, p. 28.
30. *Ibid.*, p. 61 (sublinierea mea).
31. Léon Brillouin, „Life, Thermodynamics și Cybernetics", p. 84.
32. Léon Brillouin, „Maxwell's Demon Cannot Operate: Information and Entropy", în Harvey S. Leff și Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Demon* 2, p. 123.
33. Peter T. Landsberg, *The Enigma of Time*, Bristol, Adam Hilger, 1982, p. 15.

10.

1. Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker*, New York, Norton, p. 112.
2. W.D. Gunning, „Progression and Retrogression", *The Popular Science Monthly* 8 / decembrie 1875, p. 189, n1.
3. Wilhelm Johannsen, „The Genotype Conception of Heredity", *American Naturalist*, anul 45, nr. 531 / 1911, p. 130.

4. „Discontinuitatea și diferența constantă între «gene» sunt pâinea de toate zilele a mendelismului", *American Naturalist*, anul 45, nr. 531 / 1911, p. 147.
5. Erwin Schrödinger, *What Is Life?*, ediție retipărită, Cambridge, Cambridge University Press, 1967, p. 62.
6. Henry Quastler (editor) *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, Urbana, University of Illinois Press, 1953.
7. Sidney Dancoff către Henry Quastler, 31 iulie 1950, citat în Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life: A History of the Genetic Code*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 2000, p. 119.
8. Henry Linschitz, „The Information Content of a Bacterial Cell", în Henry Quastler (editor) *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, p. 252.
9. Sidney Dancoff și Henry Quastler, „The Information Content and Error Rate of Living Things", în Henry Quastler (editor) *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, p. 264.
10. *Ibid.*, p. 270.
11. Boris Ephrussi, Urs Leopold, J.D. Watson și J.J. Weigle, „Terminology in Bacterial Genetics", *Nature* 171 / 18 aprilie 1953, p. 701.
12. Cf. Sahotra Sarkar, Molecular Models of Life, Cambridge, Mass., MIT Press, 2005; Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life?*, p. 58; Harriett Ephrussi-Taylor către Joshua Lederberg, 3 septembrie 1953 și adnotare Lederberg, 30 aprilie 2004, în Lederberg papers, http://profiles.nlm, nih. gov./BBN/A/J/R/R/ /accesat 22 ianuarie 2009); și James D. Watson, *Genes, Girls și Gamow: After the Double Helix*, New York, Knopf, 2002, p. 12.

13. Retrospectiv, toată lumea a înțeles că aceasta fusese demonstrată în 1944, de către Oswald Avery de la Rockefeller University. Nu mulți cercetători au fost însă convinși în acel moment.
14. Gunther S. Stent, „DNA", *Daedalus* 99 / 1970, p. 924.
15. James D, Watson și Francis Crick, „A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid", *Nature* 171 / 1953, p. 737.
16. James D, Watson și Francis Crick, „Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid", *Nature* 171 / 1953, p. 965.
17. George Gamow către James D. Watson și Francis Crick, 8 iulie 1953, citat în Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life?*, p. 131. Retipărit cu permisiunea lui R. Igor Gamow.
18. George Gamow către E. Chargaff, 6 mai 1954, *ibid.*, p. 141.
19. Gunther S. Stent, „DNA", p. 924.
20. Francis Crick, interviu cu Horace Freeland Judson, 20 noiembrie 1975, în Horace Freeland Judson, *The Eight Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology*, New York, Simon & Schuster, 1979, p. 233.
21. George Gamow, „Possible Relation Between Deoxyribonucleic Acid and Protein Structures", *Nature* 173 / 1954, p. 318.
22. Douglas R. Hofstadter, „The Genetic Code: Arbitrary?", martie 1982, în *Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern*, New York, Basic Books, 1985, p. 671.
23. George Gamow, „Information Transfer in the Living Cell", *Scientific American* 193, nr. 10 / octombrie 1955, p. 70.
24. Francis Crick, „General Nature of the Genetic Code for Proteins", *Nature* 192, 30 decembrie 1961, p. 1227.
25. Solomon W. Golomb, Basil Gordon și Lloyd R. Welch, „Comma-Free Codes", Canadian Journal of Mathematics

10 / 1958, pp. 202-209, citat în Lily E. Kay, *Who Wrote the Book of Life?*, p. 171.

26. Francis Crick, „On Protein Synthesis", Symposion of the Society for Experimental Biology, 12 / 1958, p. 152; Cf. Francis Crick, „Central Dogma of Molecular Biology", *Nature* 227 / 1970, pp. 561-563; şi Hubert P. Yocley, *Information Theory, Evolution şi the Origin of Life*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005, pp. 20-21.
27. Horace Freeland Judson, *The Eight Day of Creation*, pp. 219-221.
28. Gunther S. Stent, „You Can Take Ethics Out of Altruism But You Can't Take the Altruism Out of Ethics", *Hastings Center Report* 7, nr. 6 / 1977, p. 34; şi Gunther S. Stent, *DNA*, p. 925.
29. Seymour Benzer, „The Elementary Unit of Heredity", în W.D. McElroy şi B. Glass (editori) *The Chemical Basis of Heredity*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1957, p. 70.
30. Richard Dawkins, *The Selfish Gene, 30th anniversary edition*, Oxford, Oxford University Press, 2006, p. 237. [Vezi şi Richard Dawkins, *Gena egoistă*, traducere Dan Crăciun, Bucureşti, Editura Tehnică, 2006.]
31. *Ibid.*, xxi.
32. *Ibid.*, p. 19.
33. Stephen Jay Gould, „Caring Groups and Selfish Genes", în *The Panda's Thumb*, New York, Norton, 1980, p. 86.
34. Gunther S. Stent, „You Can Take the Ethics Out of Altruism But You Can't Take the Altruism Out of Ethics", p. 33.
35. Samuel Butler, *Life and Habit*, Londra, Trübner & Co, 1878, p. 134.

36. Daniel Dennett, *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, New York, Simon & Schuster, 1995, p. 346.
37. Edward O. Wilson, „Biology and the Social Sciences", *Daedalus* 106, nr. 4 / toamna 1977), p. 131.
38. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 265.
39. *Ibid.*, p. 36.
40. *Ibid.*, p. 25.
41. Werner R. Loewenstein, *The Touchstone of Life: Molecular Information, Cell Communication şi the Foundations of Life*, New York, Oxford University Press, 1999, pp. 93-94.
42. Richard Dawkins, *The Extended Phynotype*, ediţie revăzută, Oxford, Oxford University Press, 1999, pp. 93-94.
43. *Ibid.*, pp. 196-197.
44. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 37.
45. Richard Dawkins, *The Extended Phenotype*, p. 21.
46. *Ibid.*, p. 23
47. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 60.
48. *Ibid.*, p. 34.
49. Max Delbrück, „A Physicist Looks At Biology", *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 38 / 1949, p. 194.

II.

1. Douglas R. Hofstadter, „On Viral Sentences and Self-Replicating Structures", în *Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern*, New York, Basic Books, 1985, p. 52.
2. Jacques Monod, *Chance and Necessity: An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*, traducere Austryn Wainhouse, New York, Knopf, 1971, p. 145.

3. *Ibid.*, p. 165.
4. Roger Sperry, „Mind, Brain şi Humanist Values", în *New Views of the Nature of Man*, editor John R. Platt, Chicago, University of Chicago Press, 1983, p. 82.
5. Richard Dawkins, *The Selfish Gene, 30th anniversary edition*, Oxford, Oxford University Press, 2006, p. 192.
6. Daniel C. Dennett, *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meaning of Life*, New York, Simon & Schuster, 1995, p. 347.
7. Daniel C. Dennett, *Consciousness Explained*, Boston, Little, Brown, 1991, p. 204.
8. Mary Midgley, „Gene-Juggling", *Philosophy* 54 / octombrie 1979.
9. Daniel C. Dennett, „Memes: Myths, Misunderstandings şi Misgivings", schiţă pentru o prelegere Chapel Hill, octombrie 1998, http://ase.tufts.edu/cogstud/papers/MEMEMYTH.FIN.htm (accesat 7 iunie 2010).
10. George Jean Nathan şi H.L. Mencken, „Clinical Notes", *American Mercury* 3, nr. 9 / septembrie 1924, p. 55.
11. Edmund Spenser, citat de Thomas Fuller, *The History of the Worthies of England*, Londra, 1662.
12. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 322.
13. Citat de Dawkins, *ibid.*, p. 192.
14. Julian D. Delius, „Of Mind Memes and Brain Bugs, A Natural History of Culture", în *The Nature of Culture*, editor Walter A. Koch, Bochum, Germania, Bochum, 1989, p. 40.
15. James Thomson, „Autumn" (1730).
16. John Milton, *Paradise Lost*, IX, p. 1036.
17. Douglas R. Hofstadter, *On Viral Sentences and Self-Replicating Structures*, p. 52.

18. Daniel C. Dennett, *Darwin's Dangerous Ideea*, p. 346.
19. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, p. 197.
20. *Ibid.*, p. 329.
21. Daniel W. VanArsdale, „Chain Letter Evolution", http://www.silcom.com/-barnowl/chain-letter/evolution.html (accesat 8 iunie 2010).
22. Harry Middleton Hyatt, *Folk-Lore from Adams County*, Illinois, a doua ediție revăzută, Hannibal, Mo., Alma Egan Hyatt Foundation, 1965, p. 581.
23. Charles H. Bennett, Ming Li și Bin Ma, „Chain Letters and Evolutionary Histories", *Scientific American* 288, nr. 6 / iunie 2003, p. 77.
24. Daniel C. Dennett, *Darwin's Dangerous Ideea*, p. 344.
25. Richard Dawkins, prefață la Susan Blackmore, *The Meme Machine*, Oxford, Oxford University Press, 1999, p. xii.
26. David Mitchell, *Ghostwritten*, New York, Random House, 1999, p. 378.
27. Margaret Atwood, *The Year of the Flood*, New York, Doubleday, 2009, p. 170.
28. John Updike, „The Author Observes His Birthday, 2005", *Endpoint and Other Poems*, New York, Knopf, 2009, p. 8.
29. Fred I. Dretske, *Knowledge and the Flow of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1981, p. xii.

12.

1. Michael Cunningham, *Specimen Days*, New York, Farrar Straus Giroux, 2005, p. 154.
2. Interviuri, Gregory J. Chaitin, 27 octombrie 2007 și 14 septembrie 2009; Gregory J. Chaitin, „The Limits of Reason", *Scientific American* 294, nr. 3 / martie 2006, p. 74.

3. Ernest Nagel şi James R. Newman, *Gödel's Proof*, New York, New York University Press, 1958, p. 6.
4. Citat în Gregory J. Chaitin, *Information, Randomness & Incompleteness; Papers on Algorithmic Information Theory*, Singapore, World Scientific, 1987, p. 61.
5. „Algorithmic Information Theory", în Gregory J. Chaitin, *Conversations with a Mathematician*, Londra, Springer, 2002, p. 80.
6. John Archibald Wheeler, *At Home in the Universe, Masters of Modern Physics*, vol. 9, New York, American Institute of Physics, 1994, p. 304.
7. Cf. John Maynard Keynes, *A Treatise on Probability*, Londra, Macmillan, 1921, p. 291.
8. *Ibid.*, p. 281.
9. Henri Poincaré, „Chance", în *Science and Method*, traducere Francis Maitland, Mineola, N.Y., Dover, 2003, p. 65.
10. *A Million Random Digits with 100 000 Normal Deviates, Glencoe*, III, Free Press, 1955.
11. *Ibid.*, pp. ix-x.
12. Von Neumann citat în Peter Galison, *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*, Chicago, University of Chicago Press, 1997, p. 703.
13. „A Universal Turing Machine with Two Internal States", în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editor N. J. A. Sloane şi Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, pp. 733-734.
14. Gregory J. Chaitin, „On the Lenght of Programs for Computing Finite Binary Sequences", *Journal of the Association for Computing Machinery* 13 / 1966, p. 567.
15. Isaac Newton, „Rules of Reasoning in Philosophy; Rule I", *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica.*

16. Necrolog, *Bulletin of the London Mathematical Society* 22 / 1990, p. 31; A.N. Shiryaev, „Kolmogorov: Life and Creative Activities", *Annals of Probability* 17, nr. 3 / 1989, p. 867.
17. David A. Mindell et al., „Cybernetics and Information Theory in the United States, France şi the Soviet Union", în *Science and Ideology: A Comparative History*, editor Mark Walker, Londra, Routledge, 2003, pp. 66 şi 81.
18. Cf. „Amount of Information and Entropy for Continuous Distributions", nota 1, în *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, vol. 3, *Information Theory and the Theory of Algorithms*, traducere A.B. Sossinksky, Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1993, p. 33.
19. A.N. Kolmogorov şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective*, traducere Harold H. Mc Faden, *History of Mathematics*, vol. 20 n.p.: American Mathematical Society, London Mathematical Society, 2000, p. 54.
20. Citat în Slava Gerovitch, *From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2002, p. 58.
21. „Intervention at the Session", în Selected Works of A.N. Kolmogorov, p. 31.
22. Notaţie din jurnalul lui Kolmogorov, 14 septembrie 1943, în A.N. Kolmogorov şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective*, p. 50.
23. „Three Approaches to the Definition of the Concept 'Quantity of Information'", în *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, p. 188.
24. A.N. Kolmogorov, „Combinatorial Foundations of Information Theory and the Calculus of Probabilities", *Russian Mathematical Surveys* 38, nr. 4 / 1983, pp. 29-43.

25. „Three Approaches to the Definition of the Concept «Quantity of Information»", în *Selected Works of A.N. Kolmogorov*, p. 221.
26. „On the Logical Foundations of Information Theory and Probability Theory", *Problems of Information Transmission* 5, nr. 3 / 1969, pp. 1-4.
27. V.I. Arnold, „On A.N. Kolmogorov", în A.N. Kolmogorov şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective*, p. 94.
28. Gregory J. Chaitin, *Thinking About Gödel and Turing: Essays on Complexity*, 1970-2007, Singapore, World Scientific, 2007, p. 176.
29. Gregory J. Chaitin, „The Berry Paradox", *Complexity* 1, nr. 1 / 1995, p. 26; „Paradoxes of Randomness", *Complexity* 7, nr. 5 / 2002, pp. 14-21.
30. Interviu, Gregory J. Chaitin, 14 septembrie 2009.
31. Prefaţă la Cristian S. Calude, *Information and Randomness: An Algorithmic Perspective*, Berlin, Springer, 2002, p. viii.
32. Joseph Ford, „Directions in Classical Chaos", în *Directions in Chaos*, editor Hao Bai-Lin, Singapore, World Scientific, 1987, p. 14.
33. Ray J. Solomonoff, „The Discovery of Algorithmic Probability", *Journal of Computer and System Sciences* 55, nr. 1 / 1997, pp. 73-88.
34. Noam Chomsky, „Three Models for the Description of Language", *IRE Transactions of Information Theory* 2, nr. 3, 1956, pp. 113-124.
35. Ray J. Solomonoff, „A Formal Theory of Inductive Inference", *Information and Control* 7, nr. 1 / 1964, pp. 1-22.
36. Prefaţă la Cristian S. Calude, *Information and Randomness*, p. vii.
37. Gregory J. Chaitin, „Randomness and Mathematical Proof", în *Information, Randomness & Incompleteness*, p. 4.

38. Charles H. Bennett, „Logical Depth and Physical Complexity", în *The Universal Turing Machine: A Half-Century Survey*, editor Rolf Herken, Oxford, Oxford University Press, 1988, pp. 209-210.

13.

1. Seth Lloyd, *Programming the Universe*, New York, Knopf, 2006, p. 44.
2. Christopher A. Fuchs, „Quantum Mechanics as Quantum Information (and Only a Little More)", *arXiv:quant-ph/0205039v1*, 8 mai 2002, p. 1.
3. *Ibid.*, p. 4.
4. John Archibald Wheeler cu Kenneth Ford, *Geons, Black Holes şi Quantum Foam: A Life in Physics*, New York, Norton, 1998, p. 298.
5. „It from Bit" în John Archibald Wheeler, *At Home in the Universe, Masters of Modern Physics*, vol. 9, New York, American Institute of Physics, 1994, p. 296.
6. Stephen Hawking, „Black Hole Explosions?", *Nature* 248 / 1 martie 1974, DOI:10.1038 / 248030a0, pp. 30-31.
7. Stephen Hawking, „The Breakdown of Predictability in Gravitational Collapse", *Physical Review D* 14 / 1976, pp. 2460-2473; Gordon Belot et al., „The Hawking Information Loss Paradox: The Anatomy of a Controversy", *British Journal for the Philosophy of Science* 50 / 1999, pp. 189-229.
8. John Preskill, „Black Holes and Information: A Crisis in Quantum Physics", Caltech Theory Seminar, 21 octombrie 1994, http://www.theory.caltech.edu/-preskill/talks/blackholes/.pdf (accesat 20 martie 2010).

9. John Preskill, „Black Holes and the Information Paradox", *Scientific American*, aprilie 1997, p. 54.
10. Citat în Tom Siegfried, *The Bit and the Pendulum: From Quantum Computing to M Theory – The New Physics of Information*, New York, Wiley and Sons, 2000, p. 203.
11. Stephen Hawking, „Information Loss in Black Holes", *Physical Review D* 72 / 2005, p. 4.
12. Charles H. Bennett, „Notes on the History of Reversible Computation", *IBM Journal of Research and Development* 44 / 2000, p. 270.
13. Charles H. Bennett, „The Thermodynamics of Computation – a Review", *International Journal of Theoretical Physics* 21, nr. 12 / 1982, p. 906.
14. *Ibid.*
15. Rolf Landauer, „Information Is Physical", *Physics Today* 23 / mai 1991; „Information Is Inevitably Physical", în Anthony H. G. Hey (editor) *Feynman and Computation*, Boulder, Colo., Westview Press, 2002, p. 77.
16. Charles Bennett, citat de George Johnson în „Rolf Landauer, Pioneer in Computer Theory, Dies at 72", *The New York Times*, 30 aprilie 1999.
17. Interviu, Charles Bennett, 28 octombrie 2009.
18. J.A. Smolin, „The Early Days of Experimental Quantum Cryptography", IBM Journal of Research and Development, 48 / 2004, pp. 47-52.
19. Barbara Terhal, „Is Entanglement Monogamous?", *IBM Journal of Research and Development* 48, nr. 1 / 2004, pp. 71-78.
20. O explicație detaliată poate fi găsită în Simon Singh, *The Code Book: The Secret History of Codes and Codebreaking*, Londra, Fourth Estate, 1999; conține zece pagini de excelentă proză, începând de la pagina 339.

21. Reclamă IBM, *Scientific American*, februarie 1996, pp. 0-1; Anthony H. G. Hey (editor) Feynman and Computation, p. xiii; Tom Siegfried, *The Bit and the Pendulum*, p. 13.
22. N. David Mermin, *Quantum Computer Science: An Introduction*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007, p. 4.
23. *Physical Review* 47 / 1935, pp. 777-780.
24. Wolfgang Pauli către Werner Heisenberg, 15 iunie 1935, citat în Louisa Gilder, *The Age of Entanglement: When Quantum Physics Was Reborn*, New York, Knopf, 2008, p. 162.
25. Albert Einstein către Max Born, martie 1948, în *The Born-Einstein Letters*, traducere Irene Born, New Aork, Walker, 1971, p. 164.
26. Asher Peres, „Einstein, Podolsky, Rosen şi Shannon", *arXiv:quant-ph/0310010v1*, 2003.
27. Christopher A. Fuchs, „Quantum Mechanics as Quantum Information (and Only a Little More)", *arXiv: quant-ph/1003.5209v1*, 26 martie 2010, p. 3.
28. Charles H. Bennett et al., „Teleporting an Unknown Quantum State Via Dual Classical and Einstein-Podolsky-Rosen Channels", *Physical Review Letters* 70 / 1993, p. 1895.
29. Richard Feynman, „Simulating Physics with Computers", în Anthony H. G. Hey (editor) *Feynman and Computation*, p. 136.
30. Interviu, Charles H. Bennett, 27 octombrie 2009.
31. N. David Mermin, *Quantum Computer Science*, p. 17.
32. Numită după inventatorii săi, Ron Rivest, Adi Shamir şi Len Adleman.
33. T. Kleinjung, K. Aoki, J. Franke, et al., „Factorization of a 769-bit RSA modulus", arhiva Eprint archive nr. 2010 / 006, 2010.

34. Dorit Aharonov, masă rotundă „Harnessing Quantum Physics", 18 octombrie 2009, Perimeter Institute, Waterloo, Ontario; și mesaj e-mail 10 februarie 2010.
35. Charles H. Bennett, „Publicity, Privacy și Permanence of Information", în *Quantum Computing Back Action, AIP Conference Proceeding 864*, 2006, editor Debabrata Goswami, Melville, N.Y., American Institute of Physics, pp. 175-179.
36. Charles H. Bennett, interviu, 27 octombrie 2009.
37. Shannon, interviu cu Anthony Liversidge, *Omni*, august 1987, în Claude Elwood Shannon, *Collected Papers*, editori N.J.A. Sloane și Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993, p. xxxii.
38. John Archibald Wheeler, „Information, Physics, Quantum: The Search for Links", *Proceedings of the Third International Symposium on the Foundations of Quantum Mechanics*, 1989, p. 368.

14.

1. Hilary Mantel, *Wolf Hall*, New York, Henry Holt, 2009, p. 394.
2. Jorge Luis Borges, „The Library of Babel", în *Labyrinths: Selected Stories and Other Writings*, New York, New Directions, 1962, p. 54.
3. Jorge Luis Borges, „Tlön, Uqbar, Orbis Tertius", în *Labyrinths*, p. 8.
4. William Gibson, „An Invitation", introducere la *Labyrinths*, p. xii.
5. Charles Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise: A Fragment*, ediția a doua, Londra, John Murray, 1838, p. 111.

6. Edgar Allan Poe, „The Power of Words" (1845), în *Poetry and Tales*, New York, Library of America, 1984, pp. 823-824.
7. Pierre-Simon Laplace, *A Philosophical Essay on Probabilities*, traducere Frederick Wilson Truscott şi Frederick Lincoln Emory, New York, Dover, 1951.
8. Charles Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise*, p. 44.
9. Nathaniel Parker Willis, „The Pencil of Nature: A New Discovery", *The Corsair* 1, nr. 5 / aprilie 1839, p. 72.
10. *Ibid.*, p. 71.
11. Alan M. Turing, „Computing Machinery and Intelligence", *Minds and Machines* 59, nr. 236 / 1950, p. 440.
12. H.G. Wells, *A Short History of the World*, San Diego, Book Tree, 2000, p. 97.
13. Isaac Disraeli, *Curiosities of Literature*, Londra, Routledge & Sons, 1893, p. 17.
14. Tom Stoppard, *Arcadia*, Londra, Samuel French, 1993, p. 38.
15. „Wikipedia: Requested Articles", http://web.archive.org/web/20010406104800/www.wikipedia.com/wiki/Requested_articles (accesat 4 aprilie 2001).
16. Citat de Nicholson Baker în „The Charms of Wikipedia", *New York Review of Books* 55, nr. 4 / 20 martie 2008. Acelaşi utilizator anonim a lovit apoi din nou, vandalizând paginile despre angioplastie şi Sigmund Freud.
17. Lewis Carroll, *Sylvie and Bruno Concluded*, Londra, Macmillan, 1893, p. 169.
18. Interviu, Jimmy Wales, 24 iulie 2008.
19. http://meta.wikimedia.org/wiki/Die_Schraube_an_der_hinteren_linkeren_linken_Bremsbacke_am_Fahrrad_von_Ulrich_Fuchs (accesat 25 iulie 2008).

20. *Encyclopaedia Britannica*, ediția a treia, pagina de titlu; cf. Richard Yeo, *Encyclopaedic Visions: Scientific Dictionaries and Enlightenment Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001, p. 181.
21. „Wikipedia: What Wikipedia Is Not", http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:What_Wikipedia_is_not (accesat 3 august 2008).
22. Charles Dickens, *The Pickwick Papers*, capitolul 51.
23. John Banville, *The Infinities*, Londra, Picador, 2009, p. 178.
24. Deming Seymour, „A New Yorker at Large", *Sarasota Herald*, 25 august 1929.
25. „Regbureau", *The New Yorker*, 26 mai 1934, p. 16.
26. Brian W. Ogilvie, *The Science of Describing: Natural History in Renaissance Europe*, Chicago, University of Chicago Press, 2006.
27. *Ibid.*, p. 173.
28. Caspar Bauhin; *ibid.*, p. 208.
29. Ernst Pulgram, *Theory of Names*, Berkeley, Calif., American Name Society, 1954, p. 3.
30. Michael Amrine, „Megabucks' for What's «Hot»", *The New York Times Magazine*, 22 aprilie 1951.
31. Jaron Lanier, *You Are Not a Gadget*, New York, Knopf, 2010, p. 8.
32. Cf. Tom Vanderbilt, „Data Center Overload", *The New York Times Magazine*, 14 iunie 2009.
33. Seth Lloyd, „Computational Capacity of the Universe", *Physical Review Letters* 88, nr. 23 / 2002.

15.

1. http://www.andrewtobias.com/bkoldcolumns/070118.html (accesat 18 ianuarie 2007).
2. Carl Bridenbaugh, „The Great Mutation", *American Historical Review* 68, nr. 2 / 1963, pp. 315-331.
3. *Ibid.*, p. 322.
4. Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformations in Early-Modern Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1979, p. 25.
5. *Ibid.*, p. xvi.
6. Elizabeth L. Eisenstein, „Clio and Chronos: An Essay on the Making and Breaking of History-Book Time", *History and Theory* 6, supliment 6: *History and the Concept of Time*, 1966, p. 64.
7. *Ibid.*, p. 42.
8. *Ibid.*, p. 61.
9. Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change*, p. 625 ff.
10. Carl Bridenbaugh, „The Great Mutation", p. 326.
11. Elizabeth L. Eisenstein, „Clio and Chronos, p. 39.
12. Robert Burton, *The Anathomy of Melancholy*, editori Floyd Dell şi Paul Jordan-Smith, New York, Tudor, 1927, p. 14.
13. *Gottfried Wilhelm Leibniz, Leibniz Selections*, editor Philip P. Wiener, New York, Scribner's, 1951, p. 29; Marshall McLuhan, *The Gutenberg Galaxy*, Toronto, University of Toronto Press, 1962, p. 254.
14. Alexander Pope, *The Dunciad* (1729), Londra, Methuen, 1943, p. 41.
15. T.S. Eliot, „The Rock", în *Collected Poems*: 1909-1962, New York, Harcourt Brace, 1963, p. 147.

16. David Foster Wallace, introducere la *The Best American Essays 2007*, New York, Mariner, 2007.
17. Lewis Mumford, *The Myth of the Machine*, vol. 2, *The Pentagon of Power*, New York, Harcourt, Brace, 1970, p. 182.
18. Jacob Palme, „You Have 134 Unread Mail! Do You Want to Read Them Now?", în *Computer-Based Message Services*, editor Hugh T. Smith, North Holland, Elsevier, 1984, pp. 175-176.
19. C. J. Bartlett şi Calvin G. Green, „Clinical Prediction: Does One Sometimes Know Too Much", *Journal of Counseling Psychology* 13, nr. 3 / 1966, pp. 267-270.
20. Siegfried Streufert et al., „Conceptual Structure, Information Search şi Information Utilization", *Journal of Personality and Social Psychology* 2, nr. 5 / 1965, pp. 736-740.
21. De exemplu, Naresh K. Malhotra, „Information Load and Consumer Decision Making", *Journal of Consummer Research* 8 / martie 1982, p. 419.
22. Tonyia J. Tidline, „The Mythology of Information Overload", *Library Trends* 47, nr. 3 / iarna 1999, p. 502.
23. Charles H. Bennett, „Demons, Engines şi the Second Law", *Scientific American* 257, nr. 5 / 1987, p. 116.
24. G. Bernard Shaw către editor, *Whitaker's Almanach*, 31 mai 1943.
25. *The New York Times*, 8 octombrie 1929.
26. Anthony Lane, „Byte Verse", *The New Yorker*, 20 februarie 1995, p. 108.
27. Daniel C. Dennett, „Memes and the Exploitation of Imagination", *Journal of Aesthetics and Art Criticism* 48 / 1990, p. 132.
28. Augustus De Morgan, *Arithmetical Books: From the Invention of Printing to the Present Time*, Londra, Taylor & Walton, 1947, p. ix.

29. Vincent de Beauvais, Prolog, *Speculum Maius*, citat în Ann Blair, „Reading Strategies for Coping with Information Overload ca. 1550-1700", *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 1 / 2003, p. 12.
30. *Ibid.*
31. Brian W. Ogilvie, „The Many Books of Nature: Renaissance Naturalists and Information Overload", *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 1 / 2003, p. 40.
32. Bertold Brecht, *Radio Theory* (1927), citat în Kathleen Woodward, *The Myth of Information: Technology and Postindustrial Culture*, Madison, Wisc., Coda Press, 1980.

EPILOG

1. Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind: On the Origins of Cognitive Science*, traducere M. B. DeVevoise, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2000, p. 119.
2. Marshall McLuhan, *The Gutenberg Galaxy*, Toronto, University of Toronto Press, 1961, p. 1.
3. Marshall McLuhan, *Understanding Media: The Extension of Man*, New York, McGraw-Hill, 1965, p. 3.
4. Walt Whitman, „Years of the Modern", *Leaves of Grass*, Garden City, N.Y., Doubleday, 1919, p. 272.
5. De exemplu: „Două ființe sau două milioane – orice număr astfel plasat «în comunicare» – toate posedă o singură minte". Parley Parker Pratt, *Key to the Science of Theology* (1855), citat în John Durham Peters, *Speaking Into the Air: A History of the Ideea of Communication*, Chicago, University of Chicago Press, 1999, p. 275.
6. „. . . aceasta ajunge să ne imaginăm, deasupra biosferei animale și în continuarea ei, o sferă umană, sfera reflecției,

a invenției conștiente și libere, a gândului strict vorbind, pe scurt, sfera minții sau noosfera", Édouard Le Roy, *Les origines humaines et l'évolution de l'intelligence*, Paris, Boivin et Cie, 1928, citat și tradus de M.J. Aronson, *Journal of Philosophy* 27, nr. 18 / 28 august 1930, p. 499.

7. Pierre Teilhard de Chardin, *The Human Phenomenon*, traducere Sarah Appleton-Weber, Brighton, U.K., Sussex Academic Press, 1999, p. 174.
8. *Mind* 70, nr. 277 / 1961, p. 99. Medawar nu era, totuși, prea încântat de proza lui Teilhard: „acea proză-poezie ametită, euforică, una dintre cele mai obositoare manifestări ale spiritului francez".
9. Poate primul și în modul cel mai remarcabil Olaf Stapledon, *Last and First Men*, Londra, Methuen, 1930.
10. H.G. Wells, *World Brain*, Londra, Methuen, 1938, p. xiv.
11. *Ibid.*, p. 56.
12. *Ibid.*, p. 56.
13. H.G. Wells, *The Passionate Friends*, Londra, Harper, 1913, p. 332; H.G. Wells, *The War in the Air*, New York, Macmillan, 1922, p. 14.
14. Citat în Flo Conway și Jim Siegelman, *Dark Hero of the Information Age: In Search of Norbert Wiener, the Father of Cybernetics*, New York, Basic Books, 2005, p. 189.
15. Jorge Luis Borges, „The Library of Babel", *Labyrinths: Selected Stories and Other Writings*, New York, New Directions, 1962, p. 54.
16. Fred I. Dretske, *Knowledge and the Flow of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1981, p. vii.
17. Jean-Pierre Dupuy, „Myths of the Informational Society", în Kathleen Woodward, The *Myths of Information: Technology and Postindustrial Culture*, Madison, Wisc., Coda Press, 1980, p. 3.

18. Dexter Palmer, *The Dream of Perpetual motion*, New York, St. Martin's Press, 2010, p. 220.
19. Gottfried Wilhelm Leibniz, *De scientia universali seu calculo philosophico*, 1875; cf. Umberto Eco, *The Search for the Perfect Language*, traducere James Fentress, Malden, Mass., Blackwell, 1995, p. 281.
20. Margaret Atwood, „Atwood in the Twittersphere", *The New York Review of Books*, http://www.nybooks.com/blogs/nyrblog/2010/mar/29/atwood-in-the-twittersphere/, 29 martie 2010.
21. Charles Mackay, *Memoirs of Extraordinary Popular Delusions*, Philadelphia, Lindsay & Blakinston, 1850, p. 14.
22. Nicholson Baker, „Discards" (1994), în *The Size of Thoughts: Essays and Other Lumber*, New York, Random House, 1996, p. 168.
23. Interviu, Allan Jennings, februarie 1996; James Gleick, „Here Comes the Spider", în *What Just Happened: A Chronicle from the Information Frontier*, New York, Pantheon, 2002, pp. 128-132.
24. John Guare, *Six Degrees of Separation*, New York, Dramatists Play Service, 1990, p. 45.
25. Albert-László Barabási, *Linked*, New York, Plume, 2003, p. 26 ff.
26. Duncan J. Watts şi Steven H. Strogatz, „Collective Dynamics of «Small-World» Networks", *Nature* 393 / 1998, pp. 440-442; de asemenea, Duncan J. Watts, *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, New York, Norton, 2003; Albert-László Barabási, Linked.
27. Duncan J. Watts şi Steven H. Strogatz, „Collective Dynamics" *of «Small-World» Networks*, p. 442.
28. Stanislaw Lem, *The Cyberiad*, traducere Michael Kandel, Londra, Secker & Warburg, 1975, p. 155.

29. Jorge Luis Borges, *The Library of Babel*, Labyrinths, p. 54.
30. John Donne, „From a Sermon Preached before King Charles I", aprilie 1627.

Bibliografie

Aaboe, Asger, *Episodes from the Early History of Mathematics*, New York, L.W. Singer, 1963.

Adams, Frederick, „The Informational Turn in Philosophy", *Minds and Machines* 13 / 2003, pp. 471-501.

Allen, William şi Thomas R. H. Thompson, *A Narrative of the Expedition to the River Niger in 1841*, Londra, Richard Bentley, 1848.

Archer, Chales Maybury (ed.), *The London Anecdotes: The Electric Telegraph*, vol. 1, Londra, David Bogue, 1848.

Archibald, Raymond Clare, „Seventeenth Century Calculatin Machines", *Mathematical Tables and Other Aids to Computation* 1. 1 / 1943, pp. 27-28.

Asprey, William, „From Mathematical Constructivity to Computer Science: Alan Turing, John von Neumann şi the Origins of Computer Science in Mathematical Logic", teză de doctorat, University of Wisconsin-Madison, 1980.

Asprey, William, „The Scientific Conceptualization of Information: A Survey", *Annals of the History of Computing* 7, nr. 2 / 1985, pp. 117-140.

Aunger, Robert (ed.), *Darwinizing Cultura: The Status of Memetics as a Science*, Oxford, Oxford University Press, 2000.

Avery, John, *Information Theory and Evolution*, Singapore, World Scientific, 2003.

Baars, Bernard J., *The Cognitive Revolution in Psychology*, New York, Guilford Press, 1986.

Babbage, Charles, „On a Method of Expressing by Signs the Action of Machinery", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 116, nr. 3 / 1826, pp. 250-265.

Babbage, Charles, *Reflections on the Decline of Science in England and on Some of Its Causes*, Londra, B. Fellowes, 1830.

Babbage, Charles, *Table of Logarithms of the Natural Numbers, From 1 to 108 000*, Londra, B. Fellowes, 1831.

Babbage, Charles, *On the Economy of Machinery and Manufactures*, ediția a patra, Londra, Charles Knight, 1835.

Babbage, Charles, *The Ninth Bridgewater Treatise. A Fragment*, ediția a doua, Londra, John Murray, 1838.

Babbage, Charles, *Passages from the Life of a Philosopher*, Londra, Longman, Green, Longman, Roberts, & Green, 1864.

Babbage, Charles, *Charles Babbage and His Calculating Engines: Selected Writings*,editată de Philip Morrison și Emily Morrison, New York, Dover Publications, 1961.

Babbage, Charles, *The Analytical Engine and Mechanical Notation*, New York, New York University Press, 1989.

Babbage, Charles, *The Difference Engine and Table Making*, New York, New York University Press, 1989.

Babbage, Charles, *The Works of Charles Babbage*,editată de Martin Campbell-Kelly, New York, New York University Press, 1989.

Babbage, Henry Prevost (ed.), *Babbage's Calculating Engines: Being a Collection of Papers Relating to Them; Their History and Construction*, Londra, E. & F. N. Spon, 1889.

Bairstow, Jeff, „The Father of the Information Age", *Laser Focus World* / 2002, p. 114.

Baker, Nicholson, *The Size of Thoughts: Essays and Other Lumber*, New York, Random House, 1996.

Ball, W. W. Rouse, *A History of the Study of Mathematics at Cambridge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1889.

Bar-Hillel, Yehoshua, „An Examination of Information Theory", *Philosophy of Science* 22, nr. 2 / 1955, pp. 86-105.

Barabási, Albert-László, *Linked: How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means for Business, Science şi Everyday Life*, New York, Plume, 2003.

Barnard, G.A., „The Theory of Information", *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 13, nr. 1 / 1951, pp. 46-64.

Baron, Sabrina Alcorn, Eric N. Lindquist şi Eleanor F. Shevlin, *Agent of Change: Print Culture Studies After Elizabeth L. Eisenstein*, Amherst, University of Massachusetts Press, 2007.

Bartlett, C. J. şi Calvin G. Green, „Clinical Prediction: Does One Sometimes Know Too Much", *Journal of Counseling Psychology* 13, nr. 3 / 1966, pp. 267-270.

Barwise, Jon, „Information and Circumstance", *Notre Dame Journal of Formal Logic* 27, nr. 3 / 1986, pp. 324-338.

Batelle, John, *The Search: How Google and Its Rivals Rewrote the Rules of Business and Transformed Our Culture*, New York, Portfolio, 2005.

Baugh, Albert C., *A History of the English Language*, ediţia a doua, New York, Appleton-Century-Crofts, 1957.

Baum, Joan, *The Calculating Passion of Ada Byron*, Hamden, Conn., Shoe String Press, 1986.

Belot, Gordon, John Earman şi Laura Ruetsche, „The Hawking Information Loss Paradox: The Anatomy of a

Controversy", *British Journal for the Philosophy of Science* 50 / 1999, pp. 189-229.

Benjamin, Park, *A History of Electricity (the Intellectual Rise in Electricity) from Antiquity to the Days of Benjamin Franklin*, New York, Wiley and Sons, 1898.

Bennett, Charles H., „On Random and Hard-to-Describe Numbers", IBM Watson Research Center Report RC 7483, 1979.

Bennett, Charles H., „The Thermodynamics of Computation – A Review", *International Journal of Theoretical Physics* 21, nr. 12 / 1982, pp. 906-940.

Bennett, Charles H., „Dissipation, Information, Computational Complexity and the Definition of Organization", în *Emerging Syntheses in Science*,editată de D. Pines, Santa Fe, Santa Fe Institute, 1985, pp. 297-313.

Bennett, Charles H., „Demons, Engines şi the Second Law", *Scientific American* 257, nr. 5 / 1987, pp. 108-116.

Bennett, Charles H., „Logical Depth and Physical Complexity", în *The Universal Turin Machine: A Half-Century Survey*,editată de Rolf Herken, Oxford, Oxford University Press, 1988.

Bennett, Charles H., „How to Define Complexity in Physics şi Why", în *Complexity, Entropy şi the Physics of Information*,editată de W.H. Zurek, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1990.

Bennett, Charles H., „Notes on the History of Reversible Computation", *IBM Journal of Research and Development* 44 / 2000, pp. 270-277.

Bennett, Charles H., „Notes on Landauer's Principle, Reversible Computation şi Maxwell's Demon", *arXiv:physics* 0210005v2, 2003.

Bennett, Charles H., „Publicity, Privacy şi Permanence of Information", în *Quantum Computing: Back Action 2006*,

AIP Conference Proceedings 864,editată de Debabrata Goswami, Melville, N.Y., American Institute of Physics, 2006.

Bennett, Charles H. şi Gilles Brassard, „Quantum Cryptography: Public Key Distribution and Coin Tossing", în *Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing*, Bangalore, India, 1984, pp. 175-179.

Bennett, Charles H., Gilles Brassard, Claude Crépeau, Richard Jozsa, Asher Peres şi William K. Wootters, „Teleporting an Unknown Quantum State Via Dual Classical and Einstein-Podolsky-Rosen Channels", *Physical Review Letters* 70 / 1993, p. 1895.

Bennett, Charles H. şi Rolf Landauer, „Fundamental Physical Limits in Computation", *Scientific American* 253, nr. 1 / 1985, pp. 48-56.

Bennett, Charles H., Ming Li şi Bin Ma, „Chain Letters and Evolutionary Histories", *Scientific American* 288, nr. 6 / June 2003, pp. 76-81.

Benzer, Seymour, „The Elementary Units of Heredity", în *The Chemical Basis of Heredity*,editată de W.D. Mcelroy şi B. Glass, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1957, pp. 70-93.

Berlinski, David, *The Advent of the Algorithm: The Idea That Rules the World*, New York, Harcourt, 2000.

Bernstein, Jeremy, *The Analytical Engine: Computers – Past, Present and Future*, New York, Random House, 1963.

Bikhchandani, Sushil, David Hirshleifer şi Ivo Welch, „A Theory of Fads, Fashion, Custon şi Cultural Change as Informational Cascades", *Journal of Political Economy* 100, nr. 5 / 1992, pp. 992-1026.

Blackmore, Susan, *The Meme Machine*, Oxford, Oxford University Press, 1999.

Blair, Ann, „Reading Strategies for Coping with Information Overload ca. 1550-1700", *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 1 / 2003, pp. 11-28.

Blohm, Hans, Stafford Beer şi David Suzuki, *Pebbles to Computers: The Thread*, Toronto, Oxford University Press, 1986.

Boden Margaret A., *Mind as Machine: A History of Cognitive Science*, Oxford, Oxford University Press, 2006.

Bollobás, Béla şi Oliver Riordan, *Percolation*, Cambridge, Cambridge University Press, 2006.

Bolter, J. David, *Turing's Man: Western Culture in the Computer Age*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 1984.

Boole, George, „The Calculus of Logic", *Cambridge and Dublin Mathematical Journal* 3 / 1848, pp. 183-198.

Boole, George, *An Investigation of the Laws of Thought, on Which Are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, Londra, Walton & Maberly, 1854.

Boole, George, *Studies in Logic and Probability*, vol. 1, La Salle, Ill., Open Court, 1952.

Borges, Jorge Luis, *Labyrinths: Selected Stories and Other Writings*, New York, New Directions, 1962.

Bouwmeester, Dik, Jian-Wei Pan, Klaus Mattle, Manfred eibl, Harald Weinfurter şi Anton Zeilinger, „Experimental Quantum Teleportation", *Nature* 390 / 11 decembrie 1997, pp. 575-579.

Bowden, B.V. (ed.), *Faster Than Thought: A Symposium on Digital Computing Machines*, New York, Pitman, 1953.

Braitenberg, Valentino, *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1984.

Brewer, Charlotte, „Authority and Personality in the *Oxford English Dictionary*", *Transactions of the Philological Society* 103, nr. 3 / 2005, pp. 261-301.

Brewster, David, *Letters on Natural Magic*, New York, Harper & Brothers, 1843.

Brewster, Edwin Tenney, *A Guide to Living Things*, Garden City, N.Y., doubleday, 1913.

Bridenbaugh, Carl, „The Great Mutation", *American Historical Review* 68, nr. 2 / 1963, pp. 315-331.

Briggs, Henry, *Logarithmicall Arithmetike: Or Tables of Logarithmes for Absolute Numbers from an Unite to 100 000*, Londra, George Miller, 1631.

Brillouin, Léon, *Science and Information Theory*, New York, Academic Press, 1956.

Broadbent, Donald E., *Perception and Communication*, Oxford, Pergamon Press, 1958.

Bromley, Allan G., „The Evolution of Babbage's Computers", *Annals of the History of Computing* 9 / 1987, pp. 113-136.

Brown, John Seely şi Paul Duguid, *The Social Life of Information*, Boston, Harvard Business School Press, 2002.

Browne, Thomas, *Pseudoxia Epidemica: Or, Enquiries into Very Many Received Tenents şi Commonly Presumed Truths*, ediţia a treia, Londra, Nath. Ekins, 1658.

Bruce, Robert V., *Bell: Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude*, Boston, Little, Brown, 1973.

Buckland, Michael K., „Information as Thing", *Journal of the American Society for Information Science* 42 / 1991, pp. 351-360.

Burchfield, R. W. şi Hans Aarsleff, *Oxford English Dictionary and the State of the Language*, Washington, D.C., Library of Congress, 1988.

Burgess, Anthony, *But Do Blondes Prefer Gentlemen? Homage to Qwert Yuiop and Other Writings*, New York, McGraw-Hill, 1986.

Bush, Vannevar, „As We May Think", *The Atlantic*, July 1945.

Butler, Samuel, *Life and Habit*, Londra, Trübner & Co, 1878.

Butler, Samuel, *Essays on Life, Art şi Science*,editată de R.A. Streatfeild, Port Washington, N.Y., Kennikat Press, 1970.

Buxton, H. W. şi Anthony Hyman, *Memoir of the Life and Labours of the Late Charles Babbage Esq., D.R.S.*, vol. 13 of the Charles Babbage Institute Reprint Series for the History of Computing, Cambridge, Mass., MIT Press, 1988.

Calude, Cristian S., *Information and Randomness: An Algorithmic Perspective*, Berlin, Springer, 2002.

Calude, Cristian S. şi Gregory J. Chaitin, *Randomness and Complexity: From Leibniz to Chaitin*, Singapore, Hackensack, N.J., World Scientific, 2007.

Campbell-Kelly, Martin, „Charles Babbage's Table of Logarithms (1827)", *Annals of the History of Computing* 10 / 1988, pp. 159-169.

Campbell-Kelly, Martin şi William Aspray, *Computer: A History of the Information Machine*, New York, Basic Books, 1990.

Campbell-Kelly, Martin, Mary Croarken, Raymond Flood şi Eleanor Robson (editori) *The History of Mathematical Tables: From Sumer to Spreadsheets*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Campbell, Jeremy, *Grammatical Man: Information, Entropy, Language şi Life*, New York, Simon & Schuster, 1982.

Campbell, Robert V. D., „Evolution of Automatic Computation", în *Proceedings of the 1952 ACM National Meeting (Pittsburgh)*, 29-32, New York ACM, 1952.

Carr, Nicholas, *The Big Switch: Rewiring the World, from Edison to Google*, New York, Norton, 2008.

Carr, Nicholas, *The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brain*, New York, Norton, 2010.

Carrington, John F., *A Comparative Study of Some Central African Gong-Languages*, Brussels, Falk, G. van Campenhout, 1949.

Carrington, John F., *The Talking Drums of Africa*, Londra, Carey Kingsgate, 1949.

Carrington, John F., *La voix des tambours: comment comprendre le language tambouriné d'Afrique*, Kinshasa, Centre Protestant d'Éditions et de Difussion, 1974.

Casson, Herbert N., *The History of the Telephone*, Chicago, A.C. McClurg, 1910.

Cawdrey, Robert, *A Table Alphabeticall of Hard Usual English Words (1604); the First English Dictionary*, Gainesville, Fla., Scholars' Facsimiles & Reprints, 1966.

Ceruzzi, Paul, *A History of Modern Computing*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2003.

Chaitin, Gregory J., „On the Lenght of Programs for Computing Finite Binary Sequences", *Journal of the Association for Computing Machinery* 13 / 1966, pp. 547-569.

Chaitin, Gregory J., „Information-Theoretic Computational Complexity", *IEEE Transactions on Information Theory* 20 / 1974, pp. 10-15.

Chaitin, Gregory J., *Information, Randomness & Incompletness: Papers on Algorithmic Information Theory*, Singapore, World Scientific, 1987.

Chaitin, Gregory J., *Algorithmic Information Theory*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

Chaitin, Gregory J., *At Home in the Universe*, Woodbury, N.Y., American Institute of Physics, 1994.

Chaitin, Gregory J., *Coversations with a Mathematician*, Londra, Springer, 2002.

Chaitin, Gregory J., *Meta Math: The Quest for Omega*, New York, Pantheon, 2005.

Chaitin, Gregory J., „The Limits of Reason", *Scientific American* 294, nr. 3 / martie 2006, p. 74.

Chaitin, Gregory J., *Thinking About Gödel and Turing: Essays on Complexity, 1970-2007*, Singapore, World Scientific, 2007.

Chandler, Alfred D. şi Cortada, James W. (eds), „A Nation Transformed by Information: How Information Has Shaped the United States from Colonial Times to the Present", 2000.

Chentsov, Nicolai N., „The Unfathomable Influence of Kolmogorov", *The Annals of Statistics* 18, nr. 3 / 1990, pp. 987-998.

Cherry, E. Colin, „A History of the Theory of Information", *Transactions of the IRE Professional Group of Information Theory* 1, nr. 1 / 1953, pp. 22-43.

Cherry, E. Colin, *On Human Communication*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1947.

Chomsky, Noam, „Three Models for the Description of Language", *IRE Transactions on Information Theory* 2, nr. 3 / 1956, pp. 113-124.

Chomsky, Noam, *Reflections on Language*, New York, Pantheon, 1975.

Chrisley, Ronald (ed.), *Artificial Intelligence: Critical Concepts*, Londra, Routledge, 2000.

Church, Alonzo, „On the Concept of Random Sequence", *Bulletin of the American Mathematical Society* 46, nr. 2 / 1940, pp. 130-135.

Churchland, Patricia S. şi Terrence J. Sejnowski, *The Computational Brain*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1992.

Cilibrasi, Rudi şi Paul Vitanyi, „Automatic Meaning Discovery Using Google", *arXiv:csCL/0412098 v2*, 2005.

Chanchy, M.T., *From Memory to Written Record, England, 1066-1307*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1979.

Clarke, Roger T., „The Drum Language of the Tumba People", *American Journal of Sociology* 40, nr. 1 / 1934, pp. 34-48.

Clayton, Jay, *Charles Dickens in Cyberspace: The Afterlife of the Nineteenth Century in Postmodern Culture*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Clerke, Agnes M., *The Herschels and Modern Astronomy*, New York, Macmillan, 1895.

Coe, Lewis, *The Telegraph: A History of Morse's Invention and Its Predecessors in the United States*, Jefferson, N.C., McFarland, 1993.

Colton, F. Barrows, „The Miracle of Talking by Telephone", *National Geographic* 72 / 1937, pp. 395-433.

Conway, Flo şi Jim Siegelman, *Dark Hero of the Information Age: In Search of Norbert Wiener, the Father of Cybernetics*, New York, Basic Books, 2005.

Cooke, William Fothergill, *The Electric Telegraph: Was It Invented by Professor Wheatstone?*, Londra, W.H. Smith & Son, 1857.

Coote, Edmund, *The English Schoole-maister*, Londra, Ralph Jackson & Robert Dexter, 1596.

Cordeschi, Roberto, *The Discovery of the Artificial: Behavior, Mind şi Machines Before and Beyond Cybernetics*, Dordrecht, Olanda, Springer, 2002.

Cortada, James W., *Before the Computer*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1993.

Cover, Thomas M., Peter Gacs şi Robert M. Gray, „Kolmogorov's Contributions to Information Theory and Algorithmic Complexity", *The Annals of Probability* 17, nr. 3 / 1989, pp. 840-865.

Craven, Kenneth, *Jonathan Swift and the Millenium of Madness: The Information Age in Swift's Tale of a Tub*, Leiden, Olanda, E. J. Brill, 1992.

Crick, Francis, „On Protein Synthesis", *Symposium of the Society for Experimental Biology* 12 / 1958, pp. 138-163.

Crick, Francis, „Central Dogma of Molecular Biology", *Nature* 227 / 1970, pp. 561-563.

Crick, Francis, *What Mad Pursuit*, New York, Basic Books, 1988.

Croarken, Mary, „Tabulating the Heavens: Computing the Nautical Almanach in 18th-Century England", *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 3 / 2003, pp. 48-61.

Croarken, Mary, „Mary Edwards: Computing for a Living in 18th-Century England", *IEEE Annals of the History of Computing* 25, nr. 4 / 2003, pp. 9-15.

Crowley, David şi Paul Heyer (editori) *Communication in History: Thechnology, Culture, Society*, Boston, Allyn and Bacon, 2003.

Crowley, David şi David Mitchell (editori) *Communication Theory Today*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1994.

Daly, Lloyd W., *Contributions to a History of Alphabeticization in Antiquity and the Middle Ages*, Bruxells, Latomus, 1967.

Danielsson, Ulf H. şi Marcelo Schiffer, „Quantum Mechanics, Common Sense şi the Black Hole Information Paradox", *Physical Review D* 48, nr. 10 / 1993, pp. 4779-4784.

Darrow, Karl K., „Entropy", *Proceedings of the American Philosophical Society* 87, nr. 5 / 1944, pp. 365-367.

Davis, Martin, *The Universal Computer: The Road from Leibniz to Turing*, New York, Norton, 2000.

Dawkins, Richard, „In Defense of Selfish Genes", *Philosophy* 56, nr. 218 / 1981, pp. 556-573.

Dawkins, Richard, *The Blind Watchmaker*, New York, Norton, 1986.

Dawkins, Richard, *The Extended Phenotype*, Rev. Editura Oxford, Oxford University Press, 1999.

Dawkins, Richard, *The Selfish Gene, 30th anniversary edition*, Oxford, Oxford University Press, 2006.

De Chadarevian, Soraya, „The Selfish Gene at 30: The Origin and Career of a Book and Its Title", *Notes and Records of the Royal Society* 61 / 2007, pp. 31-38.

De Morgan, Augustus, *Arithmetical Books: From the Invention of Printing to the Present Time*, Londra, Taylor & Walton, 1847.

De Morgan, Sophia Elizabeth, *Memoir of Augustus De Morgan*, Londra, Longmans, Green, 1882.

Delbrück, Max, „A Physicist Looks at Biology", *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 38 / 1949, pp. 173-90.

Delius, Juan D., „Of Mind Memes and Brain Bugs, a Natural History of Culture", în *The Nature of Culture*,editată de Walter A. Koch, Bochum, Germania, Bochum, 1989.

Denbigh, K. G. şi J. S. Denbigh, *Entropy in Relation to Incomplete Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.

Dennett, Daniel C., „Memes and the Exploitation of Imagination", *Journal of Aesthetics and Art Criticism* 48 / 1990, pp. 127-135.

Dennett, Daniel C., *Consciousness Explained*, Boston, Little, Brown, 1991.

Dennett, Daniel C., *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meaning of Life*, New York, Simon & Schuster, 1995.

Dennett, Daniel C., *Brainchildren: Essays on Designing Minds*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1998.

Desmond, Adrian şi James Moore, *Darwin*, Londra, Michael Joseph, 1991.

Díaz Vera, Javier E., *A Changing World of Words: Studies in English Historical Lexicography, Lexicology and Semantics*, Amsterdam, Rodopi, 2002.

Dilts, Marion May, *The Telephone in a Changing World*, New York, Longmans, Green, 1941.

Diringer, David şi Reinhold Regensburger, *The Alphabet: A Key to the History of Mankind*, ediţia a treia, New York, Funk & Wagnalls, 1968.

Dretske, Fred I., *Knowledge and the Flow of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1981.

Duane, Alexander, „Sight and Signalling in the Navy", *Proceedings of the American Philosophical Society* 55, nr. 5 / 1916, pp. 400-414.

Dubbey, J. M., *The Mathematical Work of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1978.

Dupuy, Jean-Pierre, *The Mechanization of the Mind: On the Origins of Cognitive Science*, traducere de M.B. DeBevoise, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2000.

Dyson, George B., *Darwin Among the Machines: The Evolution of Global Intelligence*, Cambridge, Mass., Perseus, 1997.

Eco, Umberto, *The Search for the Perfect Language*, traducere de James Fentress, Malden, Mass., Blackwell, 1995.

Edwards, P.N., *The Closed World: Computers and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1996.

Eisenstein, Elizabeth L., „Clio and Chronos: An Essay on the Making and Breaking of History-Book Times", în *History*

and Theory, supl. 6, *History and the Concept of Time*, 1966, pp. 36-64.

Eisenstein, Elizabeth L., *The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformations in Early-Modern Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1979.

Ekert, Artur, „Shannon's Theorem Revisited", *Nature* 367 / 1994, pp. 513-514.

Ekert, Artur, „From Quantum Code-Making to Quantum Code-Breaking", *arXiv:quant-ph/9703035 v1*, 1997.

Elias, Peter, „Two Famous Papers", *IRE Transactions on Information Theory* 4, nr. 3 / 1958, p. 99.

Emerson, Ralph Waldo, *Society and Solitude*, Boston, Fields, Osgood, 1870.

Everrett, Edward, „The Use of Astronomy", in *Orations and Speeches on Various Occasions*, 422-465, Boston, Little, Brown, 1870.

Fahie, J.J., *A History of Electric Telegraphy to the Year 1837*, Londra, E. & F. N. Spon, 1884.

Fauvel, John şi Jeremy Gray, *The History of Mathematics: A Reader*, Mathematical Association of America, 1997.

Feferman, Solomon (ed.), *Kurt Gödel: Collected Works*, New York, Oxford University Press, 1986.

Feynman, Richard P., *The Character of Physical Law*, New York, Modern Library, 1994.

Feynman, Richard P., *Feynman Lectures on Computation*, editată de Anthony J. G. Hey and Robin W. Allen, Boulder, Colo., Westview Press, 1996.

Finnegan, Ruth, *Oral Literature in Africa*, Oxford, Oxford University Press, 1970.

Fischer, Claude S., *America Calling: A Social History of the Telephone to 1940*, Berkeley, University of California Press, 1992.

Ford, Joseph, „Directions in classical Chaos", în *Directions in Chaos*,editată de Hao Bai-lin, Singapore, World Scientific, 1987.

Franksen, Ole I., „Introducing «Mr. Babbage's Secret»", *APL Quote Quad* 15, nr. 1 / 1984, pp. 14-17.

Friedman, William F., „Edgar Allan Poe, Cryptographer", *American Literature* 8, nr. 3 / 1936, pp. 266-280.

Fuchs, Christopher A., „Notes on a Paulian Idea: Foundational, Historical, Anecdotal and Forward-Looking Thoughts on the Quantum", *arXiv: quant-ph/0105039*, 2001.

Fuchs, Christopher A., „Quantum Mechanics as Quantum Information (and Only a Little More)", 2002, *arXiv: quant-ph/0205039 v1*, 8 May 2001.

Fuchs, Christopher A., „QBism, the Perimeter of Quantum Bayesianism", *arXiv:quant-ph/1003.5209 vi*, 2010.

Fuchs, Christopher A., *Coming of Age with Quantum Information: Notes on a Paulian Idea*, Cambridge, Mass., Cambridge University Press, 2010.

Galison, Peter, *Image and Logic: A Material culture of Microphysics*, Chicago, University of Chicago Press, 1997.

Gallager, Robert G., „Claude E. Shannon: A Retrospective on His Life, Work şi Impact", *IEEE Transactions on Information* 47, nr. 7 / 2001, pp. 2681-2695.

Gamow, George, „Possible Relation Between Deoxyribonucleic Acid and Protein Structures", *Nture* 173 / 1954, p. 318.

Gamow, George, „Information Transfer in the Living Cell", *Scientific American* 193, nr. 10 / October 1955, p. 70.

Gardner, Martin, *Hexaflexagons and Other Mathematical Diversions*, Chicago, University of Chicago Press, 1959.

Gardner, Martin, *Martin Gardner's Sixth Book of Mathematical Games from Scientific American*, San Francisco, W.H. Freeman, 1963.

Gasser, James (ed.), *A Boole Anthology: Recent and Classical Studies in the Logic of George Boole*, Dordrecht, Olanda, Kluwer, 2000.

Gell-Mann, Murray şi Seth Lloyd, „Information Measures, Effective Complexity şi Total Information", *Complexity* 2, nr. 1 / 1996, pp. 44-52.

Genosko, Gary, *Marshall McLuhan: Critical Evaluations in Cultural Theory*, Albingdon, U.K., Routledge, 2005.

Geoghegan, Bernard Dionysius, „The Historiographic Conceptualization of Information: A Critical Survey", *Annals of the History of Computing*, 2008, pp. 66-81.

Gerovitch, Slava, *From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2002.

Gilbert, E.N., „Information Theory After 18 Years", *Science* 152, nr. 3720 / 1966, pp. 320-326.

Gilder, Louisa, *The Age of Entanglement: When Quantum Physics Was Reborn*, New York, Knopf, 2008.

Gilliver, Peter, Jeremy Marshall şi Edmund Weiner, *The Ring of Words: Tolkien and the Oxford English Dictionary*, Oxford, Oxford University Press, 12006.

Gitelman, Lisa şi Geoffrey B. Pingree (editori) *New Media 1740-1915*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2003.

Glassner, Jean-Jacques, *The Invention of Cuneiform*, tradusă şieditată de Zainab Bahrani and Marc Van De Mieroop, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2003.

Gleick, James, *Chaos: Making a New Science*, New York, Viking, 1987.

Gleick, James, „The Lives They Lived: Claude Shannon, B. 1916; Bit Player", *New York Times Magazine*, 30 December 2001, p. 48.

Gleick, James, *What Just Happened: A Chronicle from the Information Frontier*, New York, Pantheon, 2002.

Gödel, Kurt, „Russell's Mathematical Logic" (1944). În *Kurt Gödel: Collected Works*,editată de Solomon Feferman, vol. 2, New York, Oxford University Press, 1986.

Goldsmid, Frederic John, *Telegraph and Travel: A Narrative of the Formation and Development of Telegraphic Communication Between England and India, Under the Orders of Her Majesty's Government, With Incidental Notices of the Countries Traversed by the Lines*, Londra, Macmillan, 1874.

Goldstein, Rebecca, *Incompleteness: The Proof and Paradox of Kurt Gödel*, New York, Atlas, 2005.

Goldstine, Herman H., „Information Theory", *Science* 133, nr. 3462 / 1961, pp. 1395-1399.

Goldstine, Herman H., *The Computer: From Pascal to Von Neumann*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1973.

Goodwin, Astley J. H., *Communication Has Been Established*, Londra, Methuen, 1937.

Goody, Jack, *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge, Cambridge University Press, 1977.

Goody, Jack, *The Interface Between the Written and the Oral*, Cambridge University Press, 1987.

Goody, Jack şi Ian Watt, „The Consequences of Literacy", *Comparative Studies in Society and History* 5, nr. 3 / 1963, pp. 304-345.

Goonatilake, Susantha, *The Evolution of Information: Lineages in Gene, Culture and Artefact*, Londra, Pinter, 1991.

Gorman, Michael E., *Transforming Nature: Ethics, Invention and Discovery*, Boston, Kluwer Academic, 1998.

Gould, Stephen Jay, *The Panda's Thumb*, New York, Norton, 1980.

Gould, Stephen Jay, „Humbled by the Genome's Mysteries", *The New York Times*, 19 February 2001.

Grafen, Alan şi Mark Ridley (editori) *Richard Dawkins: How a Scientist Changed the Way We Think*, Oxford, Oxford University Press, 2006.

Graham, A.C., *Studies in Chinese Philosophy and Philosophical Literature*, vol. *SUNY Series in Chinese Philosophy and Culture*, Albany, State University of New York Press, 1990.

Green, Jonathon, *Chasing the Sun: Dictionary Makers and the Dictionaries They Made*, New York, Holt, 1996.

Gregersen, Niels Henrik (ed.), *From Complexity to Life: On the Emergence of Life and Meaning*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Griffiths, Robert B., „Nature and Location of Quantum Information", *Physical Review A* 66 / 2002, pp. 012311-1.

Grünwald, Peter şi Paul Vitányi, „Shannon Information and Kolmogorov Complexity", *arXiv:cs.IT/0410002 v1*, 8 August 2005.

Guizzo, Erico Mariu, „The Essential Message: Claude Shannon and the Making of Information Theory", teză de masterat, Massachusetts Institute of Technology, September 2003.

Gutfreund, H. şi G. Toulouse, *Biology and Computation: A Physicist's Choice*, Singapore, World Scientific, 1994.

Hailperin, Theodore, „Boole's Algebra Isn't Boolean Algebra", *Mathematics Magazine* 54, nr. 4 / 1981, pp. 172-184.

Halstead, Frank C., „The Genesis and Speed of the Telegraph Codes", *Proceedings of the American Philosophical Society* 93, nr. 5 / 1949, pp. 448-458.

Halverston, John, „Goody and the Implosion of the Literacy Thesis", *Man* 27, nr. 2 / 1992, pp. 301-317.

Harlow, Alvin F., *Old Wires and New Waves*, New York, D. Appleton-Century, 1936.

Harms, William F., „The Use of Information Theory in Epistemology", *Philosophy of Science* 65, nr. 3 / 1998, pp. 472-501.

Harris, Roy, *Rethinking Writing*, Bloomington, Indiana University Press, 2000.

Hartley, Ralph V. L., „Transmission of Information", *Bell System Technical Journal* 7 / 1928, pp. 535-563.

Havelock, Eric A., *Preface to Plato*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1963.

Havelock, Eric A., *The Muse Learns to Write: Reflections on Orality and Literacy from Antiquity to the Present*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1986.

Havelock, Eric A. şi Jackson P. Hershbell, *Communication Arts in the Ancient World*, New York, Hastings House, 1978.

Hawking, Stephen, *God Created the Integers: The Mathematical Breakthrough That Changed History*, Philadelphia, Running Press, 2005.

Hawking, Stephen, „Information Loss in Black Holes", *Physical Review D 72, arXiv:hep-th/0507171v2*, 2005.

Hayles, N. Katherine, *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature şi Informatics*, Chicago, University of Chicago Press, 1999.

Headrick, Daniel R., *When Information Came of Age: Technologies of Knowledge in the Age of Reason and Revolution, 1700-1850*, Oxford, Oxford University Press, 2000.

Heims, Steve J., *John Von Neumann and Norbert Wiener*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1980.

Heims, Steve J., *The Cybernetics Group*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1991.

Herken, Rolf (ed.), *The Universal Turing Machine: A Half-Century Survey*, Vienna, Springer-Verlag, 1995.

Hey, Anthony J.G. (ed.), *Feynman and Computation*, Boulder, Colo., Westview Press, 2002.

Hobbes, Thomas, *Leviathan, or, the Matter, Forme şi Power of a Commonwealth, Ecclesiasticall and Civill*, Londra, Andrew Crooke, 1660.

Hodges, Andrew, *Alan Turing: The enigma*, Londra, Vintage, 1992.

Hofstadter, Douglas R., *Gödel, Escher, Bach: An eternal Golden Braid*, New York, Basic Books, 1985.

Hofstadter, Douglas R., *Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern*, New York, Basic Books, 1985.

Hofstadter, Douglas R., *I Am a Strange Loop*, New York, Basic Books, 2007.

Holland, Owen, „The First Biologically Inspired Robots", *Robotica* 21 / 2003, pp. 351-363.

Holmes, Oliver Wendell, *The Autocrat of the Breakfast-Table*, New York, Houghton Mifflin, 1893.

Holzmann, Gerard J. şi Björn Pehrson, *The Early History of Data Networks*, Washington D.C., IEEE computer Society, 1995.

Hopper, Robert, *Telephone Conversation*, Bloomington, Indiana University Press, 1992.

Horgan, John, „Claude E. Shannon", *IEEE Spectrum*, april 1992, pp. 72-75.

Horsley, Victor, „Description of the Brain of Mr. Charles Babbage, F.R.S.", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 200 / 1909, pp. 117-131.

Huberman, Bernardo A., *The Laws of the Web: Patterns in the Ecology of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2001.

Hughes, Geoffrey, *A History of English Words*, Oxford, Blackwell, 2000.

Hüllen, Werner, *English Dictionaries 800-1700: The Topical Tradition*, Oxford, Clarendon Press, 1999.

Hume, Alexander, *Of the Orthographie and Congruitie of the Britan Tongue* (1620). Editat după manuscrisul original aflat la British Museum by Henry B. Wheatley, Londra, Early English Text Society, 1865.

Husbands, Philip şi Owen Holland, „The Ratio Club: A Hub of British Cybernetics", în *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008, pp. 91-148.

Husbands, Philip, Owen Holland şi Michael Wheeler (editori) *The Mechanical Mind in History*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2008.

Huskey, Harry D. şi Velma R. Husley, „Lady Lovelace and Charles Babbage", *Annals of the History of Computing* 2, nr. 4 / 1980, pp. 299-329.

Hyatt. Harry Middleton, *Folk-Lore from Adams County, Illinois*, a doua ediţie revăzută, Hannibal, Mo., Alma Egan Hyatt Foundation, 1965.

Hyman, Anthony, *Charles Babbage Pioneer of the Computer*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1982.

Hyman, Anthony (ed.), *Science and Reform: Selected Works of Charles Babbage*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989.

Ifrah, Georges, *The Universal History of Computing: From the Abacus to the Quantum Computer*, New York, Willey and Sons, 2001.

Ivanhoe, P. J. şi Bryan W. Van Norden, *Readings in Classical Chinese Philosophy*, ediţia a doua, Indianapolis, Hackett Publishing, 2005.

Jackson, Willis (ed.), *Communication Theory*, New York, Academic Press, 1953.

James, William, *Principles of Psychology*, Chicago, Encyclopædia Britannica, 1952.

Jaynes, Edwin T., „Information Theory and Statistical Mechanics", *Physical Review* 106, nr. 4 / 1957, pp. 620-630.

Jaynes, Edwin T., „Where Do We Stand on Maximum Entropy", în *The Maximum Entropy Formalism*, editată de R.D. Levine şi Myron Tribus, Cambridge, Mass., MIT Press, 1979.

Jaynes, Edwin T., Walter T. Grandy şi Peter W. Milonni, *Physics and Probability: Essays in Honor of Edwin T. Jaynes*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993.

Jaynes, Julian, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, Boston, Houghton Mifflin, 1977.

Jennings, Humphrey, *Pandaemonium: The Coming of the Machine as Seen by Contemporary Observers, 1660-1886*, editată de Mary-Lou Jennings şi Charles Madge, New York, Free Press, 1985.

Johannsen, Wilhelm, „The Genotype Conception of Heredity", *American Naturalist* 45, nr. 531 / 1911, pp. 129-159.

Johns, Adrian, *The Nature of the Book: Print and Knowledge in the Making*, Chicago, University of Chicago Press, 1998.

Johnson, George, *Fire in the Mind: Science, Faith şi the Search for Order*, New York, Knopf, 1995.

Johnson, George, „Claude Shannon, Mathematician, Dies at 84", *The New York Times*, 27 februarie 2001, B7.

Johnson, Horton A., „Thermal Noise and Biological Information", *Quarterly Review of Biology* 62, nr. 2 / 1987, pp. 141-152.

Joncourt, Élie de, *De Natura et Praeclaro Usu Simplicissimae Speciei Numerorum Trigonalium*,editată de É. de Joncourt Auctore, Hagae Comitum, Husson, 1762.

Jones, Alexander, *Historical Sketch of the Electric Telegraph: Including Its Rise and Progress in the United States*, New York, Putnam, 1852.

Jones, Jonathan, „Quantum Computers Get Real", *Physics World* 15, nr. 4 / 2002, pp. 21-22.

Jones, Jonathan, „Quantum Computing: Putting It into Practice", *Nature* 421 / 2003, pp. 28-29.

Judson, Horace Freeland, *The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology*, New York, Simon & Schuster, 1979.

Kahn, David, *The Codebreakers: The Story of Secret Writing*, Londra, Weidenfeld & Nicolson, 1968.

Kahn, David, *Seizing the Enigma: The Race to Break the German U-Boat Codes, 1939-1945*, New York, Barnes & Noble, 1998.

Kahn, Robert E., „A Tribute to Claude E. Shannon", *IEEE communications Magazine*, 2001, pp. 18-22.

Kalin, Theodore A., „Formal Logic and Switching circuits", în *Proceedings of the 1952 ACM National Meeting (Pittsburgh)*, New York, ACM, 1952, pp. 251-257.

Kauffman, Stuart, *Investigations*, Oxford, Oxford University Press, 2002.

Kay, Lily E., *Who Wrote the Book of Life: A History of the Genetic Code*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 2000.

Kelly, Kevin, *Out of Control: The Rise of Neo-Biological Civilization*, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1994.

Kendall, David G., „Andrei Nikolaevich Kolmogorov. 25 April 1903-20 October 1987", *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 37 / 1991, pp. 301-319.

Keynes, John Maynard Keynes, *A Treatise on Probability*, Londra, Macmillan, 1921.

Kneale, William, „Boole and the Revival of Logic", *Mind* 57, nr. 226 / 1948, pp. 149-175.

Knuth, Donald E., „Ancient Babylonian Algorithms", *Communications of the Association for Computing Machinery* 15, nr. 7 / 1972, pp. 671-677.

Kolmogorov, A.N., „Combinatorial Foundations of the Information Theory and the Calculus of Probabilities", *Russian Mathematical Surveys* 38, nr. 4 / 1983, pp. 29-43.

Kolmogorov, A.N., *Selected Works of A.N. Kolmogorov, Vol. 3, Information Theory and the Theory of Algorithms*, traducere de A.B. Sossinksky, Dordrecht, Olanda, Kluwer Academic Publishers, 1993.

Kolmogorov, A.N., Gelfand şi A.M. Yaglom, „On the General Definition of the Quantity of Information" (1956), în *Selected Works of A.N. Kolmogorov, vol. 3, Information Theory and the Theory of Algorithms*, Dordrecht, Olanda, Kluwer Academic Publishers, 1993, pp. 2-5.

Kolmogorov, A.N. şi A.N. Shiryaev, *Kolmogorov in Perspective. History of Mathematics*, vol. 20, traducere de Harold H. McFaden, N.P., American Mathematical Society, London Mathematical Society, 2000.

Krutch, Joseph Wood, *Edgar Allan Poe: A Study in Genius*, New York, Knopf, 1926.

Kubát, Libor şi Jirí Zeman, *Entropy and Information in Science and Philosophy*, Amsterdam, Elsevier, 1975.

Langville, Amy N. şi Carl D. Meyer, *Google's Page Rank and Beyond: The Science of Search Engine Rankings*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 2006.

Lanier, Jaron, *You are Not a Gadget*, New York, Knopf, 2010.

Lanouette, William, *Genius in the Shadows*, New York, Scribner's, 1992.

Lardner, Dionysius, „Babbage's Calculating emgines", *Edinburgh Review* 59, nr. 120 / 1834, pp. 263-327.

Lardner, Dionysius, *The Electric Telegraph*, revăzută şi rescrisă de Edward B. Bright, Londra, James Walton, 1867.

Lasker, Edward, *The Adventure of Chess*, ediţia a doua, New York, Dover, 1959.

Leavitt, Harold J. şi Thomas L. Whisler, „Management in the 1980s", *Harvard Business Review*, 1958, pp. 41-48.

Leff, Harvey S. şi Andrew F. Rex (editori) *Maxwell's Demon: Entropy, Information, Computing*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1990.

Leff, Harvey S. şi Andrew F. Rex, *Maxwell's Demon 2: Entropy, Classical and Quantum Information, Computing*, Bristol, U.K., Institute of Physics, 2003.

Lenoir, Timothy (ed.), *Inscribing Science: Scientific Texts and the Materiality of communication*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1998.

Licklider, J. C. R., „Interview Conducted by William Aspray and Arthur Norberg", 1988.

Liberman, Phillip, „Voice in the Wilderness: How Humans Acquired the Power of Speech", *Sciences*, 1988, pp. 23-29.

Lloyd, Seth, „Computational Capacity of the Universe", *Physical Review Letters* 88, no 23 / 2002, *arXiv; quant-ph/0110141v1*.

Lloyd, Seth, *Programming the Universe*, New York, Knopf, 2006.

Loewenstein, Werner R., *The Touchstone of Life: Molecular Information, Cell communication şi the Foundations of Life*, New York, Oxford University Press, 1999.

Lucky, Robert W., *Silicon Dreams: Information, Man şi Machine*, New York, St. Martin's Press, 1989.

Lundheim, Lars, „On Shannon and «Shannon's Formula»", *Telektronikk* 98, nr. 1 / 2002, pp. 20-29.

Luria, A.R., *Cognitive Development: Its cultural and Social Foundations*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1976.

Lynch, Aaron, *Thought Contagion: How Belief Spreads Through Society*, New York, Basic Books, 1996.

Mabee, Carleton, *The American Leonardo: A Life of Samuel F. B. Morse*, New York, Knopf, 1943.

MacFarlane, Alistair G.J., „Information, Knowledge şi the Future of Machines", *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 361, nr. 1809 / 2003, pp. 1581-1616.

Machlup, Fritz şi Una Mansfield (editori) *The Study of Information: Interdisciplinary Messages*, New York, Wiley and Sons, 1983.

Machta, J., „Entropy, Information şi Computation", *American Journal of Physics* 67, nr. 12 / 1999, pp. 1974-1077.

Mackay, Charles, *Memoirs of Extraordinary Popular Delusions*, Philadelphia, Lindsay & Blakiston, 1850.

MacKay, David J. C., *Informatiob Theory, Inference şi Learning Algorithms*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002.

MacKay, Donald M., *Information, Mechanism şi Meaning*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1969.

Macrae, Norman, *John von Neumann: The Scientific Genius Who Pioneered the Modern Computer, Game Theory, Nuclear Deterrence şi Much More*, New York, Pantheon, 1992.

Macray, William Dunn, *Annals of the Bodleian Library, Oxford, 1598-1867*, Londra, Rivingtons, 1868.

Mancosu, Paolo, *From Browser to Hilbert: The Debate on the Foundations of Mathematics in the 1920s*, New York, Oxford University Press, 1998.

Marland, E.A., *Early Electrical Commutation*, Londra, Abelard-Schuman, 1964.

Martin, Michèle, *„Hello, Central?": Gender, Technology şi Culture in the Formation of the Telephone Systems*, Montreal, McGill-Queen's University Press, 1991.

Marvin, Carolyn, *When Old Technologies Were New: Thinking About Electric Communication in the Late Nineteenth Century*, New York, Oxford University Press, 1988.

Maxwell, James Clerk, *Theory of Heat*, ediţia a opta, Londra, Longmans, Green, 1885.

Mayr, Otto, „Maxwell and the Origins of Cybernetics", *Isis* 62, nr. 4 / 1971, pp. 424-444.

McCulloch, Warren S., „Brain and Behavior", *Comparative Psychology Monograph 20* 1, Series 103 / 1950.

McCulloch, Warren S., „Through the Den of the Metaphysician", *British Journal for the Philosophy of Science* 5, nr. 17 / 1954, pp. 18-31.

McCulloch, Warren S., *Embodiments of Mind*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1965.

McCulloch, Warren S., „Recallections of the Many Sources of Cybernetics", *ASC Forum* 6, nr. 2 / 1974, pp. 5-16.

McCulloch, Warren S. şi John Pfeiffer, „Of Digital Computers Called Brains", *Scientific Monthly* 69, nr. 6 / 1949, pp. 368-376.

McLuhan, Marshall, *The Mechanical Bride: Folklore of Industrial Man*, New York, Vanguard Press, 1951.

McLuhan, Marshall, *The Gutenberg Galaxy*, Toronto, University of Toronto Press, 1962.

McLuhan, Marshall, *Understanding Media: The Extensions of Man*, New York, McGraw-Hill, 1965.

McLuhan, Marshall, *Essential McLuhan*,editată de Eric McLuhan and Frank Zingrone, New York, Basic Books, 1996.

McLuhan, Marshall şi Quentin Fiore, *The Medium Is the Message*, New York, Random House, 1967.

McNeely, Ian F. şi Lisa Wolverton, *Reinventing Knowledge: From Alexandria to the Internet*, New York, Norton, 2008.

Menabrea, L.F., „Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage. With Notes upon the Memoir by the Translator, Ada Augusta, Countess of Lovelace", *Bibliothèque Universelle de Genève* 82 / October 1842. De asemenea disponibil pe http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html.

Menninger, Karl şi Paul Broneer, *Number Words and Number Symbols: A Cultural History of Numbers*, Dover Publications, 1992.

Mermin, N. David, „Copenhagen Computation: How I Learned to Stop Worrying and Love Bohr", *IBM Journal of Research and Development* 48 / 2004, pp. 53-61.

Mermin, N. David, *Quantum Computer Science: An Introduction*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

Miller, George A., „The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information", *Psychological Review* 63 / 1956, pp. 81-97.

Miller, Jonathan, *Marshall McLuhan*, New York, Viking, 1971.

Miller, Jonathan, *States of Mind*, New York, Pantheon, 1983.

Millman, S. (ed.), *A History of Engineering and Science in the Bell Systems: Communications Sciences (1925-1980)*, Bell Telephone Laboratories, 1984.

Mindell, David A., *Between Human and Machine: Feedback, Control şi Computing Before Cybernetics*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2002.

Mindell, David A., Jérôme Segal şi Slava Gerovitch, „Cybernetics and Information Theory in the United States, France şi the Soviet Union", în *Science and*

Ideology: A Comparative History,editată de Mark Walker, Londra, Routledge, 2003, pp. 66-95.

Monod, Jacques, *Chance and Necessity: An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*, traducere de Austryn Wainhouse, New York, Knopf, 1971.

Moore, Francis, *Travels Into the Inland Parts of Africa*, Londra, J. Knox, 1767.

Moore, Gordon E., „Cramming More Components onto Integrated Circuits", *Electronics* 38, 8 / 1965, pp. 114-117.

Morowitz, Harold J., *The Emergence of Everything: How the World Became Complex*, New York, Oxford University Press, 2002.

Morse, Samuel F. B., *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals*,editată de Edward Lind Morse, Boston Houghton Mifflin, 1914. Morus, Iwan Rhys, „The Nervous System of Britain': Space, Time and the Electric Telegraph in the Victorian Age", *British Journal of the History of Science* 33 / 2000, pp. 455-475.

Moseley, Maboth, *Irascible Genius: A Life of Charles Babbage, Inventor*, Londra, Hutchinson, 1964.

Mugglestone, Lynda, „Labels Reconsidered: Objectivity and the *OED*", *Dictionaries* 21 / 2000, pp. 22-37.

Mugglestone, Lynda, *Lost for Words: The Hidden History of the Oxford English Dictionary*, New Haven, Conn., Yale University Press, 2005.

Mulcaster, Richard, *The First Part of the Elementarie Which Entreateth Cheflie of the Right Writing of Our English Tung*, Londra, Thomas Vautroullier, 1582.

Mullett, Charles F., „Charles Babbage: A Scientific Gadfly", *Scientific Monthly* 67, nr. 5 / 1948, pp. 361-371.

Mumford, Lewis, *The Myths of the Machine*, Vol. 2, *The Pentagon of Power*, New York, Harcourt, Brace, 1970.

Murray, K. M. E., *Caught in the Web of Words*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1978.

Mushengyezi, Aaron, „Rethinking Indigenous Media: Rituals, «Talking» Drums and Orality as Forms of Public Communication in Uganda", *Journal of African Cultural Studies* 16, nr. 1 / 2003, pp. 107-117.

Nagel, Ernest şi James R. Newman, *Gödel's Proof*, New York, New York University Press, 1958.

Napier, John, *A Description of the Admirable Table of Logarithmes*, traducere de Edward Wright, Londra, Nicholas Okes, 1616.

Nemes, Tihamér, *Cybernetic Machine*, traducere de I. Földes, New York, Gordon & Breach, 1970.

Neugebauer, Otto, *The Exact Sciences in Antiquity*, ediţia a doua, Providence, R.I., Brown University Press, 1957.

Neugebauer, Otto, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences, vol. 1, New York, Springer-Verlag, 1975.

Neugebauer, Otto, Abraham Joseph Sachs şi Albrecht Götze, *Mathematical Cuneiform Texts*, American Oriental Series, vol. 29, New Haven, Conn., American Oriental Society and the American Schools of Oriental Research, 1945.

Newman, M.E.J., „The Structure and Function of Complex Networks", *SIAM Review* 45, nr. 2 / 2003, pp. 167-256.

Niven, W.D. (ed.), *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, Cambridge, Cambridge University Press, 1890; repr. New York, Dover, 1965.

Norman, Donald A., *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine*, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1993.

Nørretranders, Tor, *The User Illusion: Cutting Consciousness Down to Size*, traducere de Jonathan Sydenham, New York, Penguin, 1998.

Noyes, Gertrude E., „The First English dictionary, Cawdrey's *Table Alphabeticall*", *Modern Language Notes* 58, nr. 8 / 1943, pp. 600-605.

Ogilvie, Brian W., „The Many Books of Nature: Renaissance Naturalists and Information Overload", *Journal of the History of Ideas* 64, nr. 1 / 2003, pp. 29-40.

Ogilvie, Brian W., *The Science of Describing: Natural History in Renaissance Europe*, Chicago, University of Chicago Press, 2006.

Olson, David R., „From Utterance to Text: The Bias of Language in Speech and Writing", *Harvard Educational Review* 47 / 1977, pp. 257-281.

Olson, David R., „The Cognitive Consequences of Literacy", *Canadian Psychology* 27, nr. 2 / 1986, pp. 109-121.

Ong, Walter J., „This Side of Oral Culture and of Print", *Lincoln Lecture*, 1973.

Ong, Walter J., „African Talking Drums and Oral Noetics", *New Literary History* 8, nr. 3 / 1977, pp. 411-429.

Ong, Walter J., *Interfaces of the Word*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1977.

Ong, Walter J., *Orality and Literacy: The Technologizing of the Word*, Londra, Methuen, 1982.

Oslin, George P., *The Story of Telecommunications*, Macon, Ga., Mercer University Press, 1992.

Page, Lawrence, Sergey Brin, Rajeev Motwani şi Terry Winograd, „The Pagerank Citation Ranking: Bringing Order to the Web", Technical Report SIDL-WP-1999-0120, Stanford University InfoLab, 1998. Disponibil online pe

http://ilpubs.stanford.edu:8090/422/1/1999-66.pdf.

Pain, Stephanie, „Mr. Babbage and the Buskers", *New Scientist* 179, nr. 2408 / 2003, p. 42.

Paine, Albert Bigelow, *In One Man's Life: Being Chapters from the Personal & Business Career of Theodore N. Vail*, New York, Harper & Brothers, 1921.

Palme, Jacob, „You Have 134 Unread Mail! Do You Want to Read Them Now?", în *Computer-Based Message Services*,editată de Hugh T. Smith, North Holland, Elsevier, 1984.

Peckhous, Volker, „19th Century Logic Between Philosophy and Mathematics", *Bulletin of Symbolic Logic* 5, nr. 4 / 1999, pp. 433-450.

Peres, Asher, „Einstein, Podolsky, Rosen şi Shannon", *aeXiv:quant-ph/0310010 v1*, 2003.

Peres, Asher, „What Is Actually Teleported?", *IBM Journal of Research and Development* 48, nr. 1 / 2004, pp. 63-69.

Pérez-Montoro, Mario, *The Phenomenon of Information: A Conceptual Approach to Information Flow*, traducere de Dick Edelstein, Lanham, Md., Scarecrow, 2007.

Peters, John Durham, *Speaking Into the Air: A History of the Idea of Communication*, Chicago, University of Chicago Press, 1999.

Philological Society, *Proposal for a Publication of a New English Dictionary by the Philological Society*, Londra, Trübner & Co., 1859.

Pickering, John, *A Lecture on Telegraphic Language*, Boston, Hilliard, Gray, 1833.

Pierce, John R., *Symbols, Signals and Noise: The Nature and Process of Communication*, New York, Harper & Brothers, 1961.

Pierce, John R., „The Early Days of Information Theory", *IEEE Transactions on Information Theory* 19, nr. 1 / 1973, pp. 3-8.

Pierce, John R., *An Introduction to Information Theory: Symbols, signals şi Noise*, ediţia a doua, New York, Dover, 1980.

Pierce, John R., „Looking Back: Claude Elwood Shannon", *IEEE Potentials* 12, nr. 4 / decembrie 1993, pp. 38-40.

Pinker, Steven, *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*, New York, William Morrow, 1994.

Pinker, Steven, *The Stuff of Thought: Language as a Window into Human Nature*, New York, Viking, 2007.

Platt, John R. (ed.), *New Views of the Nature of Man*, Chicago, University of Chicago Press, 1983.

Plenio, Martin B. şi Vincenzo Vitelli, „The Physics of Forgetting: Landauer's Erasure Principle and Information Theory", *Contemporary Physics* 42, nr. 1 / 2001, pp. 25-60.

Poe, Edgar Allan, *Essays and Reviews*, New York, Library of America, 1984.

Poe, Edgar Allan, *Poetry and Tales*, New York, Library of America, 1984.

Pool, Ithiel de Sola (ed.), *The Social Impact of the Telephone*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1977.

Poundstone, William, *The Recursive Universe: Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge*, Chicago, Contemporary Books, 1985.

Prager, John, *On Turing*, Belmont, Calif., Wadsworth, 2001.

Price, Robert, „A Conversation with Claude Shannon: One Man's Approach to Problem Solving", *IEEE Communications Magazine*, 22 / 1984, pp. 123-126.

Pulgram, Ernst, *Theory of Names*, Berkeley, Calif., American Name Society, 1954.

Purbrick, Louise, „The Dream Machine: Charles Babbage and His Imaginary Computers", *Journal of Design History* 6:1 / 1993, pp. 9-23.

Quastler, Henry (ed.), *Essays on the Use of Information Theory in Biology*, Urbana, University of Illinois Press, 1953.

Quastler, Henry, *Information Theory in Psychology: Problems and Methods*, Glencoe, Ill., Free Press, 1955.

Radford, Gary P., „Overcoming Dewey's «False Psychology»: Reclaiming Communication for Communication Studies," lucrare susținută la cea de-a 80-a întrunire anuală a Speech Communication Association, New Orleans, noiembrie 1994. Disponibilă online pe http://www.theprofessors.net/dewey.html.

Rattray, Robert Sutherland, „The Drum Language of West Africa: Part I", *Journal of the Royal African Society* 22, nr. 87 / 1923, pp. 226-236.

Rattray, Robert Sutherland, „The Drum Language of West Africa: Part II", *Journal of the Royal African Society* 22, nr. 88 / 1923, pp. 302-316.

Redfield, Robert, *The Primitive World and Its Transformations*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1953.

Rényi, Alfréd, *A Diary on Information Theory*, Chichester, N.Y., Wiley and Sons, 1984.

Rheingold, Howard, *Tools for Thought: The History and Future of Mind-Expanding Technology*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2000.

Rhodes, Frederick Leland, *Beginnings of Telephony*, New York, Harper & Brothers, 1929.

Rhodes, Neil şi Jonathan Sawday (editori) *The Renaissance Computer: Knowledge Technology in the First Age of Print*, Londra, Routledge, 2000.

Richardson, Robert D., *William James: In the Maelstrom of American Modernism*, New York, Houghton Mifflin, 2006.

Robertson, Douglas S., *The New Renaissance: Computers and the Next Level of Civilization*, Oxford, Oxford University Press, 1998.

Robertson, Douglas S., *Phase Change: The Computer Revolution in Science and Mathematics*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Rochberg, Francesca, *The Heavenly Writing: Divination, Horoscopy şi Astronomy in Mesopotamian Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 2004.

Roederer, Juan G., *Information and Its Role in Nature*, Berlin, Springer, 2005.

Rogers, Everett M., „Claude Shannon's Cryptography Research during World War II and the Mathematical Theory of Communication", în *Proceedings, IEEE 28th International Carnaham Conference on Security Technology*, octombrie 1994, pp. 1-5.

Romans, James, *ABC of the Telephone*, New York, Audel & Co., 1901.

Ronell, Avital, *The Telephone Book: Technology Schizophrenia, Electric Speech*, Lincoln, University of Nebraska Press, 1991.

Rosenblueth, Arturo, Norbert Wiener şi Julian Bigelow, „Behavior, Purpose and Teleology", *Philosophy of Science* 10 / 1943, pp. 18-24.

Rosenheim, Shawn James, *The Cryptographic Imagination: Secret Writing from Edgar Poe to the Internet*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1997.

Russell, Bertrand, *Logic and Knowledge: Essays, 1901-1950*, Londra, Routledge, 1956.

Sagan, Carl, *Murmurs of Earth: The Voyager Interstellar Record*, New York, Random House, 1978.

Sapir, Edward, *Language: An Introduction to the Study of Speach*, New York, Harcourt, Brace, 1921.

Sarkar, Sahotra, *Molecular Models of Life*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2005.

Schaffer, Simon, „Babbage's Intelligence: Calculating Engines and the Factory System", *Critical Inquiry* 21, nr. 1 / 1994, pp. 203-227.

Schaffer, Simon, „Paper and Brass: The Luxasian Professorship 1820-1839", în *From Newton to Hawking: A History of Cambridge University's Lucasian Professors of Mathematics*,editată de Kevin C. Knox şi Richard Noakes, Cambridge, Cambridge University Press, 2003, pp. 241-294.

Schindler, G. E., Jr. (ed.), *A History of Engineering and Science in the Bell System: Switvhing Technology (1925-1975)*, Bell Telephone Laboratories, 1982.

Schrödinger, Erwin, *What Is Life?*, Cambridge University Press, 1967.

Seife, Charles, *Decoding the Universe*, New York, Viking, 2006.

Shaffner, Taliaferro P., *The Telegraph Manual: A Complete History and Description of the Semaphoric, Electric and Magnetic Telegraphs of Europe, Asia, Africa şi America, Ancient and Modern*, New York, Pudney & Russell, 1859.

Shannon, Claude Elwood, *Collected Papers*,editată de N. J. A. Sloane and Aaron D. Wyner, New York, IEEE Press, 1993.

Shannon, Claude Elwood, *Miscellaneous Writings*,editată de N. J.A. Sloane şi Aaron D. Wyner, Murray Hill, N.J., Mathematical Science Research Center, AT&T Bell Laboratories, 1993.

Shannon, Claude Elwood şi Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949.

Shenk, David, *Data Smog: Surviving the Information Glut*, New York, HarperCollins, 1997.

Shieber, Stuart M. (ed.), *The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2004.

Shiryaev, A.N., „Kolmogorov: Life and Creative Activities", *Annals of Probability* 17, nr. 3 / 1989, pp. 866-944.

Siegfried, Tom, *The Bit and the Pendulum: From Quantum Computing to M Theory – The New Physics of Information*, New York, Wiley and Sons, 2000.

Silverman, Kenneth, *Lightning Man: The Accursed Life of Samuel F. B. Morse*, New York, Knopf, 2003.

Simpson, John, „Preface to the Third Edition of the *Oxford English Dictionary*", Oxford University Press, http://oed.com/about/oed3-preface/#general (accesat pe 13 iunie 2010).

Simpson, John (ed.), *The First English Dictionary, 1604: Robert Cawdrey's A Table Alphabeticall*, Oxford, Bodleian Library, 2007.

Singh, Jagjit, *Great Ideas in Information Theory, Language and Cybernetics*, New York, Dover, 1966.

Singh, Simon, *The Code Book: The Secret History of Codes and Codebreaking*, Londra, fourth Estate, 1999.

Slater, Robert, *Portraits in Silicon*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1987.

Slepian, David, „Information Theory in the Fifties", *IEEE Transactions on Information Theory* 19, nr. 2 / 1973, pp. 145-148.

Sloman, Aaron, *The Computer Revolution in Philosophy*, Hassocks, Sussex, Harrester Press, 1978.

Smith, D.E., *A Source Book in Mathematics*, New York, McGraw-Hill, 1929.

Smith, Francis O. J., *The Secret Corresponding Vocabulary; Adapted for Use to Morse's Electro-Magnetic Telegraph: And Also in Conducting Written Correspondence, Transmitted by the Mails, or Otherwise*, Portland, Maine, Thurston, Ilsley, 1845.

Smith, G.C., *The Boole-De Morgan correspondence 1842-1864*, Oxford, Clarendon Press, 1982.

Smith, John Maynard, „The Concept of Information in Biology", *Philosophy of Science* 67 / 2000, pp. 177-194.

Smolin, J.A., „The Early Days of Experimental Quantum Cryprography", *IBM Journal of Research and Development* 48 / 2004, pp. 47-52.

Solana-Ortega, Alberto, „The Information Revolution Is Yet To Come: An Homage to Claude E. Shannon", în *Bayesian Inference and Mximum Entropy Methods in Science and Engineering*, AIP Conference Proceedings 617,editată de Robert L. Fry, Melville, N.Y., American Institute of Physics, 2002.

Solomonoff, Ray J., „A Formal Theory of Inductive Inference", *Information and Control* 7, nr. 1 / 1964, pp. 1-22.

Solomonoff, Ray J., „The Discovery of Algorithmic Probability", *Journal of Computer and System Sciences* 55, nr. 1 / 1997, pp. 73-88.

Solymar, Laszlo, *Getting the Message: A History of Communications*, Oxford, Oxford University Press, 1999.

Spellberg, Ian F. şi Peter J. Fedor, „A Tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a Plea for More Rigorous Use of Species Richness, Species Diversity and the

«Shannon-Wiener» Index", *Global Ecology and Biogeography* 12 / 2003, pp. 177-179.

Sperry, Roger, „Mind, Brain şi Humanist Values", în *New Views of the Nature of Man*,editată de John R. Platt, Chicago, University of Chicago Press, 1983, pp. 71-92.

Sprat, Thomas, *The History of the Royal Society of London, for the Improving of Natural Knowledge*, ediţia a treia Londra, 1722.

Spufford, Francis şi Jenny Uglow (editori) *Cultural Babbage: Technology Time and Invention*, Londra, Faber and Faber, 1996.

Stanfage, Tom, *The Victorian Internet: The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's On-Line Pioneers*, New York, Berkley, 1998.

Starenes, De Witt T. şi Gertrude E. Noyes, *The English Dictionary from Cawdrey to Johnson 1604-1755*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 1946.

Steane, Andrew M. şi Eleanor G. Rieffel, „Beyond Bits: The Future of Quantum Information Processing", *Computer* 33 / 2000, pp. 38-45.

Stein, Gabriele, *The English Dictionary Before Cawdrey*, Tübingen, Germania, Max Neimeyer, 1985.

Steiner, George, „On Reading Marshall McLuhan". În *Language and Silence: Essays on Language, Literature şi the Inhuman*, New York, Atheneum, 1967, pp. 251-268.

Stent, Gunter, „That Was the Molecular Biology? That Was", *Science* 160, nr. 3826 / 1968, pp. 390-395.

Stent, Gunter, „DNA", *Daedalus* 99 / 1970, pp. 909-937.

Stent, Gunter, „You Can Take the Ethics Out of Altruism But You Can't Take the Altruism Out of Ethics", *Hastings Center Report* 7, nr. 6 / 1977, pp. 33-36.

Stephens, Mitchell, *The Rise of the Image, the Fall of the Word*, Oxford, Oxford University Press, 1998.

Stern, Theodore, „Drum and Whistle 'Languages': An Analysis of Speech Surrogates", *American Anthropologist* 59 / 1957, pp. 487-506.

Stix, Gary, „Riding the Back of Electrons", *Scientific American*, September 1998, pp. 32-33.

Stonier, Tom, *Beyond Information: The Natural History of Intelligence*, Londra, Springer-Verlag, 1992.

Stonier, Tom, *Information and Meaning: An Evolutionary Perspective*, Berlin, Springer-Verlag, 1997.

Streufert, Siegfried, Peter Suedfeld şi Michael J. Driver, „Conceptual Structure, Information Search şi Information Utilization", *Journal of Personality and Social Psychology* 2, nr. 5 / 1965, pp. 736-740.

Sunstein, Cass T., *Infotopia: How Many Minds Produce Knowledge*, Oxford, Oxford University Press, 2006.

Surowiecki, James, *The Wisdom of Crowds*, New York, Doubleday, 2004.

Swade, Doron, „The World Reduced to Number", *Isis* 82, nr. 3 / 1991, pp. 532-536.

Swade, Doron, *The Cogwheel Brain, Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer*, Londra, Little, Brown, 2000.

Swade, Doron, *The Difference Engine: Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer*, New York, Viking, 2001.

Swift, Jonathan, *A Tale of a Tub: Written for the Universal Improvement of Mankind*, 1692.

Szilárd, Leó, „On the Decrease of Entropy in a Thermodynamic System by the Intervention of Intelligent Beings", traducere de Anatol Rapoport şi Mechtilde Knoller din „Über Die Entropieverminderung in Einem Thermodynamischen System Bei Eingriffen Intelligenter

Wesen", *Zeitschrift Für Physik* 53 / 1929, *Behavioral Science* 9, nr. 4 / 1964, pp. 301-310.

Teilhard de Chardin, Pierre, *The Human Phenomenon*, traducere de Sarah Appleton-Weber, Brighton, U.K., Sussex Academic Press, 1999.

Terhal, Barbara M., „Is Entanglement Monogamous?", *IBM Journal of Research and Development* 48, nr. 1 / 2004, pp. 71-78.

Thompson, A.J. şi Karl Pearson, „Henry Briggs and His Work on Logarithms", *American Mathematical Monthly* 32, nr. 3 / 1925, pp. 129-131.

Thomsen, Samuel W., „Some Evidence Concerning the Genesis of Shannon's Information Theory", *Studies in History and Philosophy of Science* 40 / 2009, pp. 81-91.

Thorp, Edward O., „The Invention of the First Wearable Computer", în *Proceedings of the 2nd IEEE International Symposium on Wearable Computers*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1998.

Toole, Betty Alexandra, „Ada Byron, Lady Lovelace, an Analyst and Metaphysician", *IEEE Annals of the History of Computing* 18, nr. 3 / 1996, pp. 4-12.

Toole, Betty Alexandra, *Ada, the Enchantress of Numbers: Prophet of the Computer Age*, Mill Valley, Calif., Strawberry Press, 1998.

Tufte, Edward R., „The Cognitive Style of PowerPoint", Cheshire, Conn., Graphics Press, 2003.

Turing, Alan M., „On Computable Numbers, with an Application to the *Entscheidungsproblem*", *Proceedings of the London Mathematical Society* 42 / 1936, pp. 230-265.

Turing, Alan M., „Computing Machinery and Intelligence", *Minds and Machines* 59, nr. 236 / 1950, pp. 433-460.

Turing, Alan M., „The Chemical Basis of Morphogenesis", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 237, nr. 641 / 1952, pp. 37-72.

Turnbull, Laurence, *The Electro-Magnetic Telegraph, With an Historical Account of the Rise, Progress şi Present Condition*, Philadelphia, A. Hart, 1853.

Vail, Alfred, *The American Electro Magnetic Telegraph: With the Reports of Congress şi a Description of All Telegraphs Known, Employing Electricity Or Galvanism*, Philadelphia, Lea & Blanchard, 1847.

Verdú, Sergio, „Fifty Years of Shannon Theory", *IEEE Transactions on Information Theory* 44, nr. 6 / 1998, pp. 2057-2078.

Vincent, David, *Literacy and Popular Culture: England 1750-1914*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980.

Virilio, Paul, *The Information Bomb*, traducere de Chris Turner, Londra, Verso, 2000.

von Baeyer, Hans Christian, *Maxwell's Demon: Why Warmth Disperses and Time Passes*, New York, Random House, 1998.

von Baeyer, Hans Christian, *Information: The New Language of Science*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 2004.

von Foerster, Heinz, *Cybernetics: Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems: Transactions of the Seventh Conference, March 23-24, 1950*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1951.

von Foerster, Heinz, *Cybernetics: Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems: Transactions of the Seventh Conference, March 15-16, 1951*, New York, Josiah Macy, Jr. Foundation, 1952.

von Foerster, Heinz, „Interview with Stefano Franchi, Güven Güzeldere şi Eric Minch", *Stanford Humanities Review* 4, nr. 2 / 1995. Disponibil online la http://www.stanford.edu/group/ SHR/4-2/ text/interviewvonf. html.

von Neumann, John, *The Computer and the Brain*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1958.

von Neumann, John, *Collected Works*, Vols. 1-6, Oxford, Pergamon Press, 1961.

Vulpiani, A. şi Roberto Livi, *The Kolmogorov Legacy in Physics: A Century of Turbulence and Complexity*, Lecture Notes in *Physics*, nr. 642, Berlin, Springer, 2003.

Waldrop, M. Mitchell, „Reluctant Father of the Digital Age", *Technology Review*, iulie-august 2001, pp. 64-71.

Wang Hao, „Some Facts About Kurt Gödel", *Journal of Symbolic Logic* 46 / 1981, pp. 653-659.

Watson, David L., „Biological Prganization", *Quarterly Review of Biology* 6, nr. 2 / 1931, pp. 143-166.

Watson, James D., *The Double Helix*, New York, Atheneum, 1968.

Watson, James D., *Genes, Girls şi Gamow: After the Double Helix*, New York, Knopf, 2002.

Watson, James D., *Molecular Models of Life*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Watson, James D. şi Francis Crick, „A Structure forDeoxyribose Nucleic Acid", *Nature* 171 / 1953, p. 737.

Watson, James D. şi Francis Crick, „Genetic Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid", *Nature* 171 / 1953, pp. 964-966.

Watts, Duncan J., „Networks, Dynamics şi the Small-World Phenomenon", *American Journal of Sociology* 105, nr. 2 / 1999, pp. 493-527.

Watts, Duncan J., *Small Worlds: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1999.

Watts, Duncan J., *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, New York, Norton, 2003.

Watts, Duncan J. şi Steven H. Strogatz, „Collective Dynamics of «Small-World» Networks", *Nature* 393 / 1998, pp. 440-442.

Weaver, Warren, „The Mathematics of Communication", *Scientific American* 181, nr. 1 / 1949, pp. 11-15.

Wells, H.G., *World Brain*, Londra, Methuen, 1938.

Wells, H.G., *A Short History of the World*, San Diego, Book Tree, 2000.

Wheeler, John Archibald, „Information, Physics, Quantum: The Search for Links", *Proceedings of the Third International Symposium on the Foundations of Quantum Mechanics*, 1989, pp. 354-368.

Wheeler, John Archibald, *At Home in the Universe. Masters of Modern Physics*, vol, 9, New York, American Institute of Physics, 1994.

Wheeler, John Archibald şi Kenneth Ford, *Geons, Black Holes şi Quantum Foam: A Life in Physics*, New York, Norton, 1998.

Whitehead, Alfred North şi Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, Cambridge, Cambridge University Press, 1910.

Wiener, Norbert, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, ediţia a doua, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961.

Wiener, Norbert, *I Am a Mathematician: The Later Life of a Prodigy*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1964.

Wiener, Philip P. (ed.), *Leibniz Selection*, New York, Scribner's, 1951.

Wilkins, John, *Mercury: Or the Secret and Swift Messenger. Shewing, How a Man May With Privacy and Speed Communicate His Thoughts to a Friend At Any Distance*, ediția a treia, Londra, John Nicholson, 1708.

Williams, Michael, *A History of Computing Technology*, Washington, D.C., IEEE Computer Society, 1997.

Wilson, Geoffrey, *The Old Telegraph*, Londra, Phillimore, 1976.

Winchester, Simon, *The Meaning of Everything: The Story of the Oxford English Dictionary*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Wisdom, J. O., „The Hypothesis of Cybernetics", *British Journal for the Philosophy of Science* 2, nr. 5 / 1951, pp. 1-24.

Wittgenstein, Ludwig, *Philosophical Investigation*, traducere de G. E. M. Anscombe, New York, Macmillan, 1953.

Wittgenstein, Ludwig, *Remarks on the Foundations of Mathematics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1967.

Woodward, Kathleen, *The Myths of Information: Technology and Postindustrial Culture*, Madison, Wisc., Coda Press, 1980.

Woolley, Benjamin, *The Bride of Science: Romance, Reason și Byron's Daughter*, New York, McGraw-Hill, 1999.

Wynter, Andrew, „The Electric Telegraph", *Quarterly Review* 95 / 1854, pp. 118-164.

Wynter, Andrew, *Subtle Brains and Lissom Fingers: Being Some of the Chisel-Marks of Our Industrial and Scientific Progress*, Londra, Robert Hardwicke, 1863.

Yeo, Richard, „Reading Encyclopedias: Science and the Organization of Knowledge in British Dictionaries of Arts and Sciences, 1730-1850", *Isis* 82:1 / 1991, pp. 24-49.

Yeo, Richard, *Encyclopædic Visions: Scientific Dictionaries and Enlightenment Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

Yockey, Hubert P., *Information Theory, Evolution şi the Origin of Life*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005.
Young, Peter, *Person to Person: The International Impact of the Telephone*, Cambridge, Granta, 1991.
Yourgrau, Palle, *A World Without Time: The Forgotten Legacy of Gödel and Einstein*, New York, Basic Books, 2005.
Yovits, Marshall C., George T. Jacobi şi Gordon D. Goldstein (editori) *Self-Organizing System*, Washington D.C., Spartan, 1962.